

В. В. ОВЧИННИКОВ

ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ

Практикум және курстық жобалау

Орта кәсіптік білім беру бағдарламаларын жүзеге асырушы, білім беру мекемелеріндегі оқу үдерісінде пайдалануға арналған оқулық ретінде «Федералдық білімді дамыту институты» Федералдық мемлекеттік мекемесі ұсынған.

*«БДФИ» ФМAM 2009 ж. 02 шілдедегі
рецензиясының тіркеу нөмірі 409*

2-шы басылым, стереотиптік



«Академия» баспа орталығы
2013

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес ««ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды.

Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұскасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.

Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, занды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19,

«Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

П і к і р б е р у ш і —

МББМ ОКО № 41 ҚК «Дәнекерлеу өндірісі» арнайы пәнінің оқытушысы

Н. О. Петрусева

Овчинников В. В.

О-355 Дәнекерленген конструкцияларды есептеу және жобалау:

Практикум және курстық жобалау: орта кәсіптік білім беру мекемелері студенттеріне арналған оқу құралы/ В. В. Овчинников.

— 2-ші басылым., стер. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2013.

— 224 б.

ISBN 978-601-333-024-2 (каз.)

ISBN 978-5-7695-9634-6 (рус.)

Практикум «Дәнекерленген конструкцияларды есептеу және жобалау» пәнін оқуға арналған және «Дәнекерлеу өндірісі» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік кешенінің бір бөлігі болып табылады. Әралуан түрдегі және міндеттегі дәнекерленген конструкцияларды есептеу мысалдары жүйеленген. Негізіне шекті қалып бойынша есептеу әдістемесі алынған. Әрбір практикалық сабақтың басында, қарастырылып отырған типтегі конструкцияларды есептеудің және оларға қойылатын талаптардың негізгі қағидалары келтірілген. Курстық жобаларды орындау мысалдары берілген.

Орта кәсіптік білім беру мекемелері студенттеріне арналған.

ӘОЖ 621.791(075.32)

КБЖ 30.4я723

Құрметті оқырман!

Аталмыш практикум «Дәнекерлеу өндірісі» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік жиынтығының бір бөлігі болып табылады.

Практикум ПМ 02 «Технологиялық процестерді әзірлеу және өнімдерді жобалау» кәсіптік модулін оқуға арналған.

Жаңа буындағы оқу-әдістемелік кешендері дәстүрлі және жалпы білім беру және жалпы кәсіптік пәндер мен кәсіптік модульдерді оқуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін инновациялық оқу материалдарынан тұрады. Өрбір кешен жалпы және кәсіптік құзыреттерді, оның ішінде жұмыс берушінің талаптарын ескере отырып, меңгеру үшін қажетті оқулықтардан және оқу құралдарынан, оқу және бақылау құралдарынан тұрады.

Оқу басылымдары электронды білім беру ресурстарымен толықтырылады. Электронды ресурстар интерактивті жаттығулары және тренажерлары, мультимедиялық объектілері бар теориялық және практикалық модульдардан, қосымша материалдарға және Интернеттегі ресурстарға сілтемелерден тұрады. Оларға терминологиялық сөздік және жұмыс уақыты, бақылау және практикалық тапсырмаларды орындау нәтижелері тәрізді оқу үдерісінің негізгі параметрлері тіркелетін электронды журнал қосылған. Электронды ресурстар оқу процесіне жеңіл енгізіледі және әртүрлі оқу бағдарламаларына бейімделулері мүмкін.

Оқу-әдістемелік кешен, Орта кәсіптік білімнің Федералдық мемлекеттік білім беру стандарты негізінде, оның бейінін ескере отырып әзірленген.

Оқу құралы өнеркәсіптік ғимараттардың негізгі көтергіш конструкцияларының, болаттан жасалынған конструкциялардың қоспаларының есептемелерінің толық мысалдарынан, сонымен қатар табак конструкцияларының есептемесіне мысалдарынан тұрады.

Әрбір практикалық сабақтың басында, конструкциялар мен жалғаулардың қарастырылып отырған түрлеріне қойылатын конструктивті талаптар қысқартылған түрде баяндалған, қажетті есептеу формулалары келтірілген.

Барлық есептеулердің негізіне болаттан жасалынған конструкцияларды жобалау қағидалары мен құрылыс нормалары енгізілген. Бұдан бөлек, табак конструкциялар және крандар есептемелерінде, қолданылуы ескертілген ведомстволық нормалар пайдаланылған. Есептеулер мысалдарында материал шығыны тұрғысынан шешімдерге талдау жасауға баса назар аударылған, бұл үшін көптеген мысалдар салмақ көрсеткіштерін салыстыра отырып бірнеше нұсқада шешілген. Өнеркәсіптік ғимараттар мен құрылыстарға арналған типтік конструкцияларды қолдану сұрақтары қарастырылған.

Оқу құралында оқушыларға курстық жұмыспен жұмыс істеу барысында көмек беретін, курстық жобалау бойынша тапсырмаларды орындаудың типтік мысалдары ұсынылған.

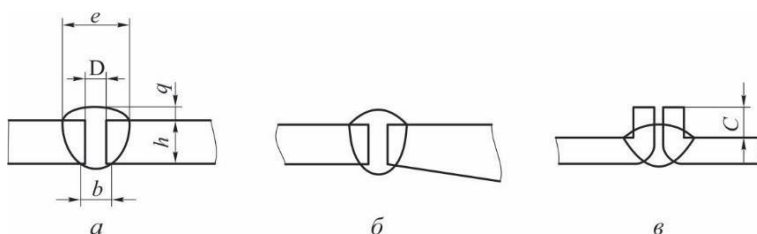
ДӘНЕКЕРЛЕП ЖАЛҒАУЛАР ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ДӘНЕКЕРЛЕУ ЖІКТЕРІНІҢ ТИПТЕРІ

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Дәнекерлеу жалғаулары және жіктер жіктелімі. Дәнекерлеуге ілеспелі немесе қатыстының барлығы *дәнекерлеуші* деп аталады, ал дәнекерлеу нәтижесінде алынғанның барлығы *дәнекерленген* деп аталады. Сонымен, ванна — дәнекерленген, электрод — *дәнекерлеуші*, бірақ бұйым — дәнекерленген, жік — дәнекерленген, жалғау — дәнекерленген болады.

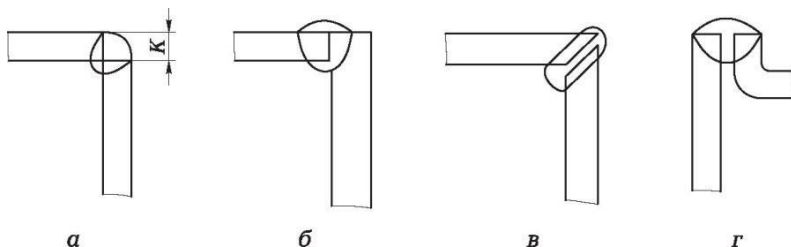
Дәнекерленген жалғау— бұл оларды дәнекерлеу нәтижесінде алынған бөлшектердің ажырамайтын жалғауы. Дәнекерленген жалғаулар түйістірілген, бұрыштық, таврлы және айқасқан болулары мүмкін.

Түйістірілген деп бір бетте немесе бір жазықтықта орналасқан бөлшектердің жалғауын атайды (1.1-ші сурет). Түйістірілген жалғаудың дәнекерлеу жігі пішінін жік енінің $e, \Psi = e/h$ жік қалпының коэффициенті деп аталатын h балқыту тереңдігіне қатынасымен бағалайды.



1.1-ші сурет. Түйістіріліп дәнекерленген жалғаулар:

a — бірдей қалыңдықтағы бөлшектер; $б$ — әртүрлі қалыңдықтағы бөлшектер; $в$ — жиектері ашылған бөлшектер; Δ — тетіктер жігіндегі саңылау; e — жіктің ені; h — балқыту тереңдігі; q — жік дөңесінің биіктігі (немесе ойыстық тереңдігі); b — балку ені; C — көмкеру биіктігі.



1.2-ші сурет. Бұрыштық астында орналасқан

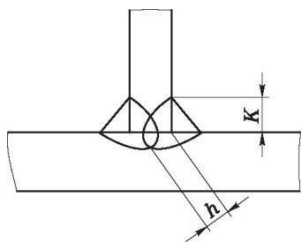
а — екі жиегін балқыту; *б* — бір жиегін балқыту; *в* — ішкі тігіс;
г — бір жиегін көмкеру; *K* — жік катеты

Бұрыштық деп бір-бірлеріне бұрыш астында орналасқан және олардың жиектерінің жанасқан орындарында дәнекерленген жалғауларды айтады (1.2-ші сурет).

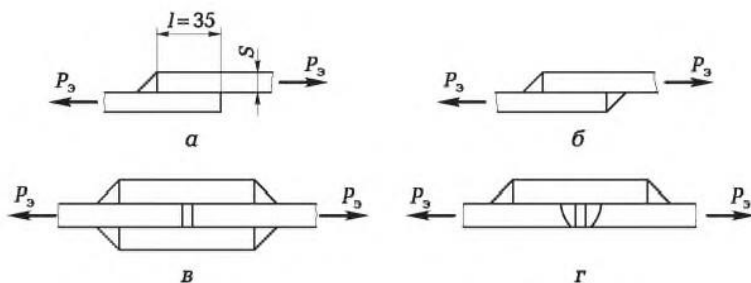
Таврлық деп бір бөлшектің бетіне, шеті түйісетін беттегі және оған дәнекерленген, басқа бөлшектің бұрышы астында жанасатын жалғауларды атайды (1.3-ші сурет).

Айқасқан деп дәнекерленетін бөлшектердің жиектері бір-бірлеріне параллельді орналасқан және бір-бірлерінде жатқан (1.4-ші сурет) немесе қаптаманың көмегімен жалғасқан (1.4, в, г суреттері) жалғаулар аталады.

Дәнекерлену жалғауларының әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері болады. Неғұрлым кеңінен таралғаны түйістірілген жалғау. Оны дәнекерлеудің барлық тәсілдерінде дәнекерленетін бөлшектердің қалыңдығының кең диапазонында (миллиметрдің оннан бір бөлігінен жүздеген миллиметрге дейін) қолданады. Мұндай жалғауды контактілі нүктелік дәнекерлеуде пайдаланбайды. Түйіскен дәнекерлеу барысында жікті жасау үшін қоспа материал аз шығындалады, дәнекерлеу сапасын бақылау жеңіл және қолайлы,



1.3-ші сурет. Таврлық дәнекерлеу жалғауы:
h — балқыту тереңдігі; *K* — жік катеті



1.4 сурет. Айқасқан дәнекерлеу жалғауы:

а — бір жақты жікпен; *б* — екі жақты жікпен; *в* — екі жақты қаптамамен; *г* — түйіскен жалғау жігімен үйлесімдегі бір жақты қаптамамен; *S* — дәнекерленетін жиектердің қалыңдығы; P_3 — пайдалану жүктемесі бағыты.

бірақ түйіскен дәнекерлеу балқыту арқылы дәнекерленетін бөлшектердің неғұрлым нақты жинақталуын талап етеді, өйткені жіктің ұзына бойына жиектер арасындағы біркелкі саңылауды ұстану қажет. Әсіресе ұзын (бірнеше метрге дейін) жіктердің және профильді прокаттың (бұрыштықтар, швеллерлер және т.б.) жиектерін өңдеу және қиыстыру аса қиын.

Бұрыштық және таврлық жалғаулар әдетте дәнекерленетін бұйымның конструкциясының ерекшеліктерімен анықталады, оларды түйіскен және айқасқан жалғаулармен салыстыру аса қиынға соғады. Түйістірілген, бұрыштық және таврлық жалғаулардағы бөлшектердің қалыңдығы үлкен болған жағдайда, жиектердің толық балқытулары мүмкіндігін қамтамасыз ететін, бөлшектеуді орындайды. Электршлақты дәнекерлеуде, ал кейбір жағдайларда имектеп дәнекерлеуде бөлшектеу рөлін жиектер арасындағы үлкейтілген саңылау орындауы мүмкін.

Айқасқан жалғаулар бөлшектеуді қажет етпейді. Бұл оның артықшылықтарының бірі. Олар жинақтаудың қарапайымдылығымен ерекшеленеді, өйткені айқасу шамасы есебінен жинақталатын бөлшектердің көлемдерін жымдастыруға, бөлшектер жиектерінің параллельсіздігіне арналған шекті ұлғайтуға болады. Бірақ, айқастыру негізгі материалдың шығынын ұлғайтуды талап етеді. Айқасу шамасы ең жұқа бөлшектің қалыңдығының үш еселенген мәнінен кем болмауы қажет. Айқасу ұзындығы бойына бөлшектер арасындағы тесікке ылғалдың кіруі мүмкін, бұл жалғанымның коррозияға ұшырауына алып келеді. Айқасқан жалғануда бөлшекті бақылау мүмкін емес, бірқатар ақаулар (мысалы, шала пісірілім) анықталмайды. Айқасқан жалғанудағы дәнекерлеу жіктері әртүрлі беттерде орналасқан, олар пайдалану барысында күрделі ширыққан қалыпта болады, сондықтан айқасқан жалғаулар ауыспалы және динамикалық жүктемеде нашар жұмыс істейді.

Беріктікті арттыру үшін түйіскен байланысты үйлесімде қаптамалы айқасқан жалғауларды қолданады (1.4, в, г суреттерін қараңыз).

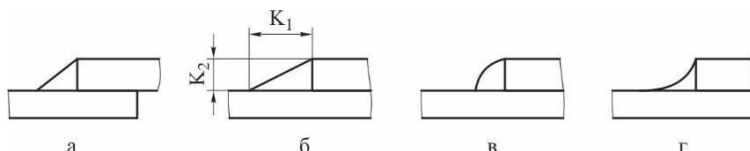
Төменгі балқымалы айқаспалы жалғау , олардың артықшылықтарын сақтай отырып, түйіспелі және айқаспа жалғаулардың кемшіліктерін жояды. Дәнекерлеу процесіндегі жоғары жиекке түсетін күштің әсерінен, қыздырылған метал деформацияланады, жоғарғы жиек бастырылады, жік түйіспелі жалғаудағы тәрізді қалыптасады. Балқыған айқаспа қоспа материалы болады. Әсіресе, жиектерінің қалыңдығы 5 мм-ден кем алюминий қорытпаларынан жасалынған бөлшектерді имектеп дәнекерлегендегі төмен балқымалы айқаспалы жалғауды тиімді.

Дәнекерлеу жігі – дәнекерлеу ваннасы металының кристалдануы нәтижесінде түзілген дәнекерлеу жалғауының бір бөлігі.

Жалғау типтеріне байланысты дәнекерлеу жіктері түйістірілген (түйіспелі жалғауларда) және бұрыштық (бұрыштық, таврлық және айқаспалы жалғауларда) болып бөлінеді. Түйіскен жіктер жік пен балқыманың енімен, балқыманың тереңдігімен, күшейтудің шамасымен (немесе ойыстың тереңдігімен), бұрыштық жіктер – катеттің шамасымен сипатталады.

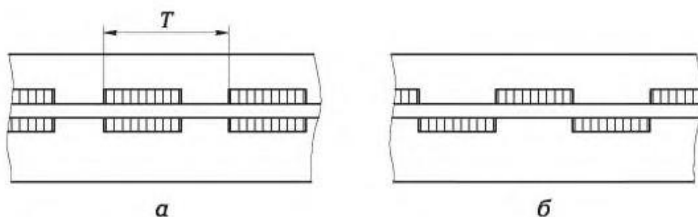
Сыртқы беттері қалыптары бойынша бұрыштық та, сонымен қатар түйіскен жіктер де жалпақ (қалыпты), дөңесті немесе иілген болулары мүмкін. Дөңесті жіктері бар дәнекерлеу жалғаулары статикалық жүктемеде, жалпақ және иілген жіктілері – динамикалық жүктемеде жақсы жұмыс жасайды, өйткені олардың негізгі металға өтулері біртекті, кернеулер концентраторлары болмайды.

Кеңістіктегі конфигурациялары бойынша тік сызықты, қисық сызықты (фасонды), шеңберлі және айналмалы жіктер болып ажыратылады. Шеңберлі жіктің мысалы – дөңгелек фланецті ыдыстың жалпақ немесе овалды түбіне дәнекерлегенде алынатын жік; айналмалы жіктің мысалы – екі құбырды түйістіріп балқыту арқылы алынатын жік болады.



1.5-ші сурет. Бұрыштық жіктердің сыртқы пішіні:

а — жалпақ; б — $K_1:K_2 = 1:2$ катеттерінің арақатынасы бар жалпақ; в — дөңес; г — иілген



1.6-шы сурет. Үзік жіктер типтері:

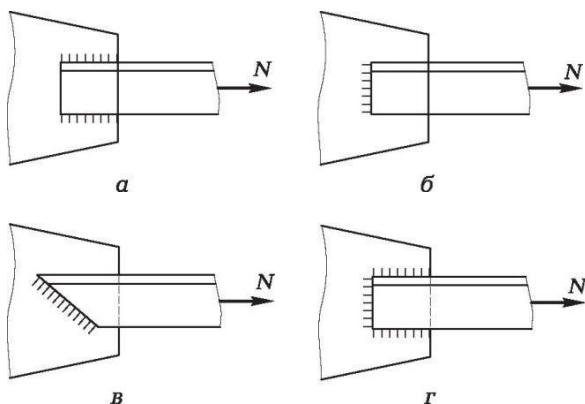
a — тізбекті; b — шахматтық; T — жік қадамы

Жіктерді міндеттері бойынша эксплуатациялық жүктемелерді қабылдайтын жұмыс, тек бөлшектерді қажетті қалыпта ұстау үшін қажетті байланыстырушы, және оны негізгі жікпен толтырар алдында, бөлшектеудің теріс жағынан жасалынатын дәнекерлеп жалғау болып бөлінеді. Дәнекерлеу жіктері бір және көп қабатты, бір және екі жақты болулары мүмкін.

Жіктер ұзындықтары бойынша үздіксіз және үзікті болулары мүмкін. Екі жақты үзікті жіктер, егер, екі жағындағы дәнекерленген учаскелер бір-бірлеріне қарама-қарсы орналасса *тізбекті*, егер, бір жақ бетіндегі дәнекерленген учаскелері басқа жақ бетіндегі дәнекерленген учаскелер арасындағы аралыққа қарсы орналасса *шахматтық* деп аталады (1.6-шы сурет). Бөлшектерді жинақтау барысында, оларды дәнекерлердің алдында бекіту үшін жасаланытан қысқа үзік жіктер, *іліндіргіш* деп аталады. Табақ бөлшектерді кейде жоғарғы табақты өтпелі балқытумен немесе жоғарғы табақтағы тесілген тесіктер бойынша жекелеген нүктелермен айқастырып дәнекерлейді. Бұл жағдайда алынатын жіктерді *нүктелік* немесе *электр тойтарма* деп атайды.

Оны пайдалану барысындағы дәнекерлеу жалғауына әсер ететін күштердің бағытына қатысты, жіктер өзектері күштің бағытына параллельді *қапталдық* жіктер, *маңдайша* (бұл бағытқа перпендикулярлы), *қиғаш* (оған бұрышастында орналасқан) және *комбинацияланған* деп бөлінеді (1.7-ші сурет).

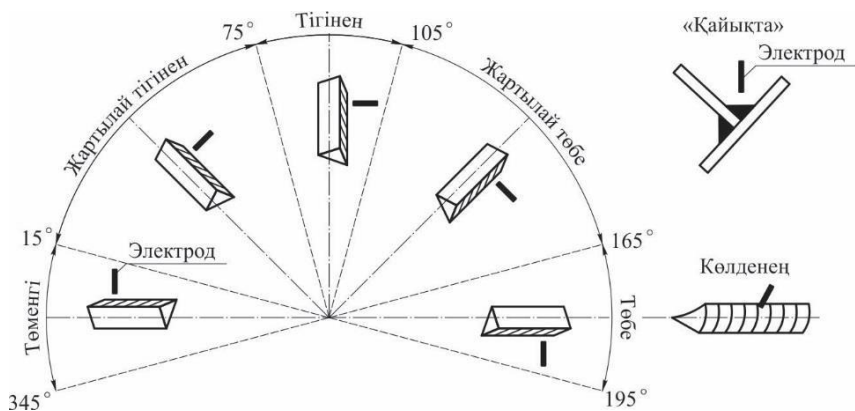
Дәнекерлеу барысындағы кеңістіктегі орналасуы бойынша төменгі, жартылай тік, тік, жартылай төбелік, төбелік, сонымен бірге тік беттегі көлденең жіктер және «қайықша» түріндегі бұрыштық жіктер болып бөлінеді (1.8-ші сурет). Олар бір-бірлерінен, дәнекерленетін бөлшектің көлденеңге қатысты бетінің орналасатын бұрышының мәндерімен ерекшеленеді.



1.7-ші сурет. Дәнекерлеу жіктерінің N қолданыстағы жүктемеге қатысты түрлері:

a — қапталдық; $б$ — маңдайша; $в$ — қиғаш; $г$ — комбинацияланға

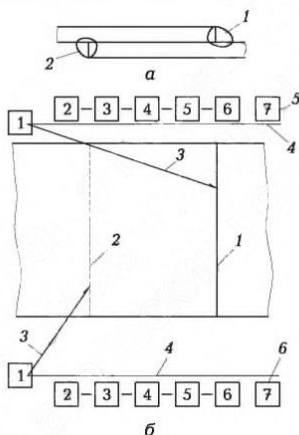
Орындалуы бойынша ең қиыны төбе жігі; жік төменгі қалыпта жақсы қалыптастырылады. Төбелік, тік және көлденең жіктер әдетте ірі габаритті конструкцияларды дайындау және монтаждау барысында орындау қажет болады. Таврлық, айқаспа және бұрыштық жалғаулардың бұрыштық жіктерін дәнекерлеу барысында, оның «қайықша» қалпында болуында қамтамасыз етіледі.



1.8-ші сурет. Дәнекерлеу жіктерінің кеңістіктегі орналасулары бойынша бөлінулері

Дәнекерлеу жіктерінің белгіленулері. Дәнекерлеу жалғаулары және жіктері түрлері, олардың көлемдері және сызбалардағы белгіленулері мемлекеттік стандарттармен реттелген.

Жоспардағы көріністерде және сызбалардың қапталдық көріністерінде көрінетін жіктердің орнын тұтас сызықпен, ал көрінбейтін жіктер орындарын – үзік сызықпен бейнелейді. Көлденең қималарда жіктердің шекараларын тұтас қалың сызықтармен, ал дәнекерленетін бөлшектердің жиектерін – тұтас жұқа сызықтармен көрсетеді. Жікті, оның бейнесін басып өтетін бір бағытты нұсқарлы еңкіш сызықпен белгілейді. Сызықтың қарама-қарсы соңында жіктің шартты белгіленуін жазуға арналған сөре жасайды. Егер, көрінетін жік көрсетілген болса белгілеуді сөренің астына, егер көрінбейтін болса – сөренің астына жазады.



1.9-ші сурет. Сызбалардағы дәнекерлеу жіктерінің белгіленулері:

a — дәнекерлеу торабының негізгі түрі; *б* — жоспардағы көрінісі; 1, 2 — тиісінше көрінетін және көрінбейтін жіктер; 3 — бір бағыттағы нұсқар; 4 — сөре; 5, 6 — тиісінше көрінетін және көрінбейтін жіктердің белгіленуі; сандары бар шаршылар белгіленген элементтерге сәйкес келеді:

1 — жіктің шартты белгіленуі; 2 — дәнекерлеудің аталмыш тәсіліндегі аталмыш жікті реттейтін стандартты белгілеу; 3 — жіктің әріптік-сандық белгіленуі; 4 — дәнекерлеу тәсілінің шартты белгіленуі; 5 — бұрыштық жік катеті (катеттің белгісі және көлемі, мм); 6 — үзік жікке арналған дәнекерленетін учаске ұзындығы және тізбектік немесе шахматтық жікті білдіретін белгі; 7 — қосымша белгілер

Белгілеу элементтері және оларды жазу тәртібі 1.9-шы суретте ұсынылған. Белгілеу элементтері бір-бірінен дефис арқылы бөлінеді (қосымша белгілерден басқалары).

Жіктің әріптік-сандық белгіленуі жалғау түрі және оның стандарт бойынша тәртіптік нөмірі туралы ақпарат береді. Мысалы, С8 — түйістірілген жалғау жігі, У4 — бұрыштық, Т3 — таврлық, Н2 — айкаспа. Кеңістіктегі қалыптарына байланысты жіктерді келесідей белгілейді: Нл — төменгі «қайықша» қалпы, Ну — төменгі бұрыштық, Нс — төменгі түйістірілген, Гр — көлденең, Вр — тік, ППт — жартылай төбелік, Пт — төбелік. Егер, бұйымды дайындау барысында дәнекерлеудің бірнеше тәсілдерін пайдаланатын болса, дәнекерлеу тәсілінің әріптік белгіленуін келтіреді: Ф — флюс астындағы имектелген дәнекерлеу, У — көмірқышқыл газында, И — инертті газда, Ш — электр-шлақтық, К — контактілі дәнекерлеу. Дәнекерлеу процесін механикаландыру деңгейін, тәсілді белгілеудің алдындағы әріптермен көрсетеді: Р — қолмен, А — автоматтандырылған, П — механикаландырылған (жартылай автоматтандырылған). Сонымен бірге, дәнекерлеу барысында пайдаланылатын технологиялық тәсілдердің шартты белгіленулері болады. Мысалы, флюс астындағы автоматты дәнекерлеу үшін А индексі, дәнекерлеудің ілініп тұрып жасалғандығын, Аф — флюстік жастықшада, Ас — болат төсемде, Апш — дәнекерлеу жігі бойынша, Ам — флюс-мыстық төсемде жасалғандығын білдіреді.

Қосымша әріптік белгілермен дәнекерлеу тәсілі нақтылануы мүмкін:

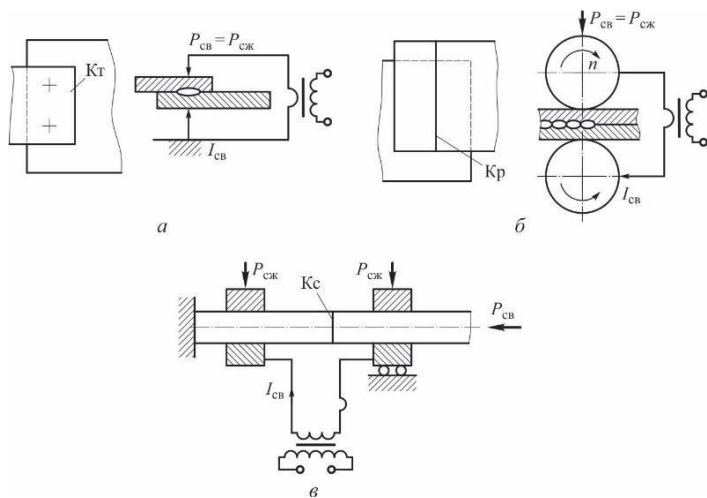
Кт — контактілік нүктелік, Кс — контактілік түйіспелік, Ксс — кедергілік контактілі түйіспелік, Ксо — балқытулы контактілік түйіспелік, Кр — контактілік жіктік (роликтік).

Егер, аталмыш сызбада көрсетілген барлық жіктер бір стандарт бойынша орындалатын болса, онда оның белгіленуі жолма-жол ескерту сызығы сөресінде көрсетілмейді, сызбадағы техникалық талаптарды (ескертпелерде) келтірілетін болады. Егер, бұйымда бірдей жіктердің бірнеше тобы болса, онда жіктің шартты белгіленуі тек нөмірленетін топтағы бір жік үшін ғана көрсетілетін болады; аталмыш топтың басқа жіктері үшін сөреде тек аты аталған жіктің нөмірі ғана көрсетіледі. Егер, аталмыш сызбадағы көрсетілген барлық жіктер бірдей болса, онда олардың жандарына тек сөресіз бір жолдық нұсқау ғана қойылады. Жіктер туралы мәліметтер, бұл жағдайда сызбаға арналған ескертпелерде көрсетіледі. Егер, бұйымда стандарттармен қарастырылмаған дәнекерлеу жігі болған жағдайда, онда оның конструктивтік ерекшеліктері сипаттамалық көлемдері көрсетіле отырып сызбада көрсетілуі қажет.

Контакттік дәнекерлеудің негізгі тәсілдері. Контакттік дәнекерлеудің негізгі тәсілдері нүктелік, жіктік (роликтік) және түйіспелік дәнекерлеу болып табылады.

Нүктелік дәнекерлеу барысында (1.10, а суреті) бөлшектер, олардың жанауларының жекелеген учаскелері — нүктелерінде жалғасады. Бөлшектерді айқастырып жинайды, дәнекерлеу трансформаторының қайталама орамына қосылған мыс қорытпасынан жасалынған электродтар арасына қысады, және дәнекерлеу орнынан $I_{св}$ дәнекерлеу тоғының қысқа импульсын өткізеді. Бөлшектер арасындағы контакті орнындағы метал балқиды, дәнекерлеу нүктесі ядросы пайда болады. $P_{сж}$ қысу күшінің әсерінен металдың пластикалық деформациялануы орын алады, ядроның периметрі бойынша, ядроны қышқылдану мен шайқалудан сақтайтын тығыздауыш белдікше түзіледі.

Жіктік дәнекерлеу (1.10, б суреті) де нүктелік тәрізді жасалады. Олардың арасындағы айырмашылық, жіктік дәнекерлеу барысында бөлшектер, дәнекерлеу процесінде дәнекерленіп отырған бөлшектерді айналдыратын электродтар-роликтік арасына қысылатындығында ғана болып табылады. Дәнекерлеу тоғының импульстары олардың арасындағы белгіленген кідіріспен бірінен кейін бірі жүреді.



1.10 сурет. Контакттік дәнекерлеу тәсілдері сызбасы:

а — нүктелік (КТ); б — жіктік (Кр); в — түйіспелі (Кс); $P_{сж}$ — қысу күші; $P_{св}$ — дәнекерлеу күші

Бір-бірлерін өзара жабатын көптеген нүктелердің жиынтығы, тұтас дәнекерлеу жігін түзеді.

Нүктелік және жіктік дәнекерлеуді қос электродты да бөлшектің бір жағына орната отырып, дәнекерлеу тоғының бір жақты жеткізілімімен де жүргізуге болады. Кері жағынан мыстан жасалған төсемені бекітеді. Бір мезетте екі нүктеге немесе екі жікке дәнекерлеу жүргізеді. Бір жақты дәнекерлеуді бөлшектің екінші бетіне қол жеткізу қиын болғанда және еңбек өнімділігін арттыру үшін қолданады. Нүктелік дәнекерлеудің тағы бір түрі рельефтік дәнекерлеу болып табылады. Оны орындау үшін, бөлшектердің біріне дөңес — рельеф жасалады. Оған екінші бөлшекті жатқызады және дәнекерлеуді жүзеге асырады. Бұл бөлшектердің контактісі аймағындағы неғұрлым жақсы шоғырландырылған қыздыруды қамтамасыз етеді. Дәнекерлеу ядросы түзілген жағдайда, рельеф мыжылады. Егер, рельефті ұзын білікше түрінде орындаса, онда рельефтік роликтік дәнекерлеуді жасауға болады. Нүктелік дәнекерлеуді тек айқасқан жалғауларда орындайды, роликтікті түйіспеліктерде де орындауға болады. Бұл үшін табак бөлшектердің түйіскен орындарына, қос қапталынан дәнекерленетін бөлшектердің материалынан жұқа фольга жолағы жабылады (қалыңдығы 0,3...0,5 мм) және түйіспені оның қалыңдығы бойынша толық балқыта отырып дәнекерлейді.

Түйістірілген дәнекерлеу барысында (1.10, всуреті) дәнекерленетін бөлшектер (шыбықшалар, профильді прокат, құбырлар және т.б.), олардың жиектерін бүкіл аумақ бойынша жалғайды. Бөлшектерді ерін-электродтарында қысады, сосын бір-бірлеріне жалғанатын беттерімен тигізеді және дәнекерлеу тоғын өткізеді. Түйістірілген дәнекерлеуді кедергімен және балқытумен ажыратады.

Кедергілі дәнекерлеу барысында бөлшектерді үлкен күшпен қысады (1 мм²—ға 20.50 Н). Дәнекерлеу тоғы бөлшектерді балку температурасының 0,8...0,9 температурасына дейін қыздырады. Түйісу орнында пластикалық деформация орын алады, жалғау металды балқытусыз түзіледі. Бұл тәсіл арқылы бүкіл аумақ бойынша үлкен қима бөлшектерін біркелкі қыздыруды және түйісу орынан оксидтік пленканың бөлшектерін жеткілікті толық дәрежеде жоюды қамтамасыз етуге қол жете бермейді. Сондықтан, кедергілі түйістірілген дәнекерлеуді, тек көлденең қималы шағын аумақты бөлшектерді жалғау үшін ғана пайдаланады (200...300 мм²—ге дейін): сымдар, құбырлар, шамалы көміртекті болаттар өзектері.

Балқыту арқылы дәнекерлеу барысында, бөлшектер бір-бірлеріне сөндірілген трансформатор қалпында төмен күшпен жабыстырылады. Беттердің контактілерінің жекелеген орындары бір сәтте балқиды, олар да балқитын жаңа контактілер орындары пайда болады. Электрдинамикалық күштердің әсерінен балқытылған контакті орындары металдарының сұйық қабаттары, оксидтермен және ластанулармен бірге бөлшектердің түйіндескен орнынан шығарылып тасталынады.

Беттер біртіндеп балқиды. Одан кейін сығымдау күші шұғыл ұлғайтылады, нәтижесінде отыру орын алады. Сонымен бірге, 0,1 секунд бойына түйіндесу орны арқылы ток жүріп тұрады. Сұйық метал қалған оксидтермен бірге түйісу аймағынан артылымға ығыстырылып шығарылады, нәтижесінде жалғау, қатты бірақ, пластикалық беттер арасында орын алады. Химиялық белсенді металдарды балқыту арқылы дәнекерлеу барысында, жалғау аймағын инертті газдармен қорғайды.

Нүктелік дәнекерлеу арқылы әртүрлі қалыңдықтағы жалпық және цилиндр тәрізді бөлшектер өзара жалғанады. Мұндай дәнекерлеу үшін, элементтердің қалыңдығы 8... 10 мм-ден аспайтын жағдайда, ашық профильді немесе жиектемелі дайындамалар неғұрлым лайықты.

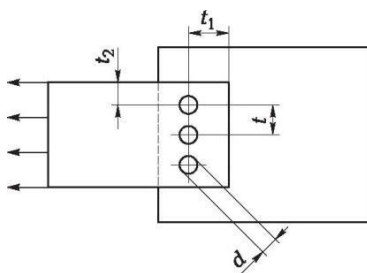
Қадам деп аталатын жалғаудағы нүктелердің ортасындағы t арақашықтық (1.11-ші сурет), әдетте нүктенің ядросының диаметрінің үш еселенген мәнінен аспауы қажет. Болат конструкциялардағы нүкте ядросы диаметрі, дәнекерленетін бөлшектердің ең төменгі қалыңдығында $s \geq 2$ мм келесі көрсетілген шектерде болуы қажет

$$1,2s + 4 \text{ мм} < d < 1,5s + 5 \text{ мм.} \quad (1.1)$$

Дәнекерлеу нүктесі орталығынан бөлшектің шетіне дейінгі күш әрекеті бағытындағы қашықтық $t_1 \geq 2d$, ал күш әрекетіне перпендикулярлы бағытта $t_2 \geq 1,5d$ болуы қажет. Нүктелер ядроларының минималды диаметрлері 1.1-ші кестеде келтірілген, ал аз көміртекті және қосындыланған болаттың дәнекерленуші нүктелік жалғаулары параметрлері 1.2-ші кестеде келтірілген.

Дәнекерлеу жалғауларындағы күштерді бөлу. Дәнекерлеу конструкцияларындағы кернеулердің шоғырлануына келесі себептер алып келеді.

1. Жіктің технологиялық ақаулары — газ көпіршіктері, шлақ қоспалары, әсіресе сызаттар және шала дәнекерлеулер.



1.11 сурет. Кесіндіде жұмыс істейтін, нүктелік жалғаудағы нүктелердің орналасуы

1.1 кесте. Нүктелер ядроларының минималды диаметрлері			
Пакеттің неғұрлым жұқа бөлшегінің қалыңдығы s , мм	Нүктелер ядроларының минималды диаметрі d , мм,		
	Көміртекті және төмен қоспаланған болаттар	Тот баспайтын және ыстыққа төзімді болаттар, титан қорытпалар	Жеңіл қорытпалар
0,3	2,0	2,5	1,5
0,5	2,5	2,5	3,0
0,6	2,5	3,0	3,0
0,8	3,0	3,5	3,5
1,0	3,5	4,0	4,0
1,2	4,0	4,5	5,0
1,5	5,0	5,5	6,0
2,0	6,0	6,5	7,0
2,5	6,5	7,0	8,0
3,0	7,0	8,0	9,0
4,0	9,0	10,0	12,0

Бұл ақаулардың маңында кернеулердің шоғырлануы орын алады. Көрсетілген ақаулардың маңындағы кернеулердің шоғырланулары коэффициенті айтарлықтай, бірақ олардың шамалы көлемінде және санында дәнекерлеу жалғауларының беріктігі қанағаттандырылғыш болып қалады. Тығыз бір тектес жіктерде кернеулердің шоғырлануы минимумға жеткізілуі мүмкін.

2. Жіктердің тиімсіз көрінісі. Аталмыш серіппелік теориясы негізінде, жіктердің көрінісінің, оларда ішкі күштердің бөлінуіне үлкен ықпал көрсететіні анықталған. Иілгіштік теориясының қорытындылары эксперименталды түрде металдан жасалынған модельдерде және мөлдір материалдан жасалынған модельдерде расталды.

3. Жалғаулардың тиімсіз конструкциялары.

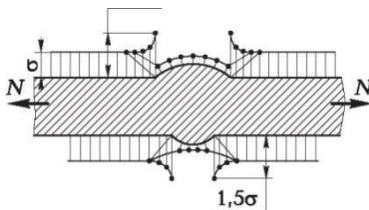
Түйістірілген жіктер, кернеулердің шоғырлануы шамалы болатын дәнекерлеу жалғауларының неғұрлым жетілген үлгісі болып табылады. Эксперименттер көрсеткендей, жақсылап пісіргенде және алып тасталынған күшейтулерде, түйістірілген жіктерде кернеулердің шоғырлануы болмайды. Дөңес бейнелі жіктерде, кернеулердің таралуы біртекті емес (1.12-ші сурет).

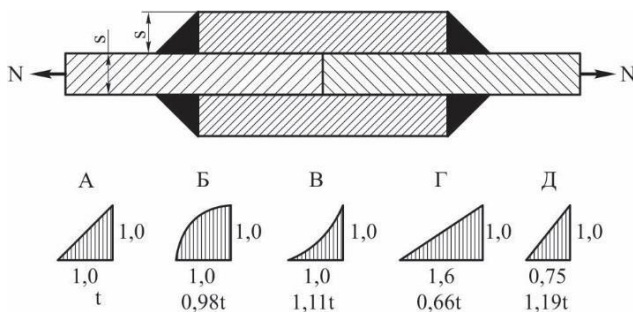
1.2-ші кесте. Төмен көміртекті және қоспаланған болаттың дәнекерлеу нүктелік жалғауларының ұсынылатын параметрлері					
Пакеттің неғұрлым жұқа бөлшегінің қалыңдығы s , мм	Айкастыру немесе жиектеудің минималдыені, мм,		Ұсынылатын арақашықтық, мм		
	бір қатарлы жікте a	екі қатарлы жікте b	дәнекерлеу нүктелері қатарлары арасында t_0	дәнекерлеу нүктелері арасында t (қадам)	дәнекерлеу нүктесінің ортасынан айкаспаның жиегіне дейінгі минималды l
0,5	10	16	6	15	5
0,8	10	18	8	18	5
1,0	12	20	8	20	6
1,2	14	22	8	22	7
1,5	16	24	8	25	8
2,0	18	28	10	30	9
3,0	20	37	16	40	10
4,0	24	42	18	50	12

Дәнекерлеу жіктерінде кернеулердің шоғырлануы, пластинаның жалғау аймағындағы қимасының өзгеруі салдарынан пайда болады. Бұл шоғырлану, жік түбінің толық пісірілуінің болмауы жағдайында айтарлықтай болуы мүмкін. Жіктердің күшеюі азырақ және олардың негізгі металмен түйіндесуі біркелкі болған сайын, шоғырлану коэффициенті соғұрлым төмен болады. 1.13-ші суретте көрсетілген көріністерге ие, маңдай жіктеріндегі кернеулердің шоғырлануы коэффициенті эксперименталды түрде алынған болатын.

1.12 сурет. Түйістірілген жіктердегі кернеулерді бөлу:

о — жіктен алыс орналасқан қимадағы біркелкі кернеу





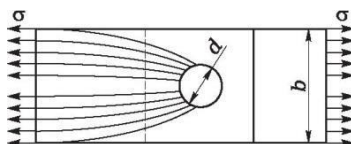
1.13 сурет. Өртүрлі кескіндердегі маңдай жіктеріндегі кернеулерді тәжірибелік зерттеулер нәтижелері:
 А — Д — маңдайша жіктерінің кескіні; t — тең бүйірлі үшбұрыш қалпына ие жіктегі ең үлкен кернеу (кернеулердің шоғырлануы коэффициенті және бұл жіктің көлемдері бірлік ретінде алынған)

А кескінделген үлгіде шоғырлану коэффициенті бірлік үшін қабылданған, басқа үлгілерде (Б - Д) бұл коэффициенттер тиісінше 0,98; 1,11; 0,66; 1,19 тең. Кернеулердің шоғырлануын кеміту және маңдайша жігінің жұмыс істеу шарттарын жақсарту үшін, оған 1,5...2,5 биіктікке тең табанды тең бүйірлі емес үшбұрыш қалпын беру қажет (Г кескінін қараңыз).

Нүктелік жалғауларда кернеулердің шоғырлануы бірқатар факторлармен шартталған. Негізгі метал нүкте үсті аймағындағы кернеулер шоғырлануына тап болады (1.14-ші сурет). K_σ шоғырлану коэффициентін келесі ұсынылған формула бойынша шамалас анықтауға болады:

$$K_\sigma = 0,38 + 0,62 (t/d), \quad (1.2)$$

бұдан t қадамының (күш әрекетіне перпендикулярлы бағыттағы нүктелер арасындағы арақашықтық) d нүктесі диаметріне қатынасының ұлғаюымен кернеулердің шоғырлануы артатындығы көрсетілген.



1.14 сурет. Нүктелік жалғаулардағы кернеулердің бөлінуінің жалпы көрінісі s :

b — пластинаның ені; d — нүкте диаметрі

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Дәнекерлеудің әралуан түрлерімен орындалған дәнекерлеу жалғаулары үлгілерінің жиынтығы.
2. Сипаттамалар, сызбалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа қатысты кіріспе бөлімді оқу.
2. Оқытушыдан дәнекерлеу жалғауы үлгісін алу.
3. Алынған дәнекерлеу жалғауы сызбасын сызу.
4. Қолданыстағы нормативтік құжаттамаға сәйкес, сызда дәнекерлеп жалғауды белгілеу.
5. Аталмыш жалғауды жүктеу барысында кернеулер шоғырлануын көрсететін сызбаны (эпюраны) сызу.

№ 1 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыстың орындалған күні _____

Дәнекерлеу жалғауы сызбасы және оның мемлекеттік стандартқа сәйкес белгіленуі.

Дәнекерлеу жалғауындағы кернеулердің шоғырлануы эпюрасы

Жұмыс бойынша қорытындылар _____

Оқушының қолы _____

Оқытушының қорытындысы _____

1. Дәнекерлеу жалғаулары қандай типтерге бөлінеді?
2. Имектеп дәнекерлеумен орындалатын дәнекерлеу жалғауы түрлерін атаңыз.
3. Имектеп дәнекерлеумен орындалған дәнекерлеу жалғауларына қандай талаптар қойылады?
4. Дәнекерлеу жіктерінің шартты белгіленулеріне мысалдар келтіріңіз.
5. Контактілік дәнекерлеумен орындалған дәнекерлеу жалғауларына қойылатын негізгі талаптарды атаңыз.
6. Контактілік дәнекерлеумен орындалатын дәнекерлеу жіктері қандай типтерге бөлінеді?
7. Бұрыштық жіктермен орындалған таврлық жалғаулар жүктеме астында қалай жұмыс істейді?
8. Жіктердегі кернеулер қалай бөлінеді?
9. Дәнекерлеу жалғауларындағы кернеулердің шоғырлануына қандай факторлар алып келеді?

ДӘНЕКЕРЛЕУ ЖАЛҒАУЛАРЫН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ЖОБАЛАУ

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Дәнекерлеу жалғаулары пайдалану процесінде, жүктемелердің барлық түрлерінде (статикалық, соққылық, вибрациялық) және кез-келген температураларда конструкцияның негізгі металымен мүмкіндігінше беріктігі тең жалғауларда болулары қажет.

Дәнекерлеу жалғауларындағы талап етілетін механикалық қасиеттерге былайша қол жеткізіледі: негізгі металды және жалғаулардың конструктивті қалыптарын тиісті таңдаумен; дәнекерлегеннен кейін конструкцияларды термиялық және механикалық өңдеумен. Беріктігі тең дәнекерлеу жалғаулары бар конструкциялар тиімділік талаптарына сай болады.

Егер, элемент ұзына бойғы созуға жұмыс жасаса, онда оның дәнекерлеу жалғауына арналған есептік күш

$$P_p = [\sigma]_p F \quad (2.1)$$

Қысуға арналған жұмыста

$$P_{сж} = [\sigma]_{сж} F \quad (2.2)$$

Келтірілген формулалардағы $[\sigma]_p$ және $[\sigma]_{сж}$ — тиісінше негізгі металға арналған созылу барысындағы рұқсат етілетін кернеу; F — элементтің көлденең қимасы аумағы.

Балқытылған метал жіктерінде жұмыс және байланыстырушы кернеулер пайда болулары мүмкін. Олардың бұзылуы конструкциялардың істен шығуына алып келетін дәнекерлеу жалғаулары, *жұмыс* жалғаулары деп аталады, ал бұл жалғаулардағы әрекет ететін кернеу — *жұмыскернеулері* деп аталады. Оның негізгі металмен бірлескен жұмысы салдарынан пайда болатын кернеулер, *байланыстырушы* деп аталады. Олар әдетте, конструкцияның беріктігі үшін қауіпті емес және есептеу барысында есепке алынбайды.

Созылу немесе сығымдалу жағдайында жұмыс істейтін дәнекерлеу жалғауындағы рұқсат етілетін күштер:

$$P_p = [\sigma]_p S_{I_{III}}; \quad (2.3)$$

$$P_{сж} = [\sigma]_{сж} S_{I_{III}}, \quad (2.4)$$

бұл жерде $[\sigma]_p$, $[\sigma]_{сж}$ —тиісінше қысылудың созылу барысындағы жіктегі рұқсат етілетін кернеулер; s — жіктің қалыңдығы; I_{III} — жіктің ұзындығы.

Беріктігі жоғары болаттар мен термиялық өңдеуден өткен қорытпалардың түйіспелі жалғауларында, ең әлсіз учаске жіктің металы емес, имектің термиялық ықпалы нәтижесінде беріктігін жоғалтатын, оған жақын орналасқан аймақ болып табылады. Сондықтан, жіктердің беріктікке есептеулерін, металдың механикалық қасиеттері, оның термиялық өңделуі және бірқатар басқа да факторлар ескерілген әлсіреген аймақтардың беріктігі есептемелерімен алмастырылады.

Түйістірілген жалғауларды есептеу. Түйіскен дәнекерленген жалғау созушы (сығымдаушы) күшпен, иілу кезеңі және кесуші күшпен жүктелуі мүмкін. Созылу немесе қысуға арналған тура түйістірілген жікті есептеу (2.1, а суреті) келесі формулалар бойынша жүргізіледі:

$$\sigma_p = N / (s I_{III} \leq [\sigma]_p \quad (2.5)$$

$$\sigma_{сж} = N / (s I_{III} \leq [\sigma]_{сж}, \quad (2.6)$$

бұл жерде N — созушы (сығымдаушы) күш.

Иілу кезеңімен жүктелген тура түйіспе жігін есептеу (2.1, б суреті) келесі формула бойынша жүзеге асырылады:

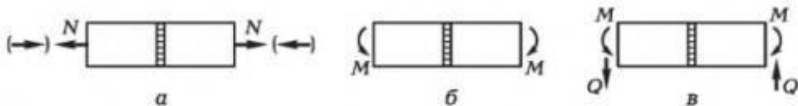
$$\sigma = M / W_{III} = 6M / (s I_{III}^2) \leq [\sigma]_p, \quad (2.7)$$

бұл жерде σ —иілу кезеңінің әрекет етуі жағдайындағы дәнекерлеу жігіндегі кернеу; M — иілу кезеңі; W_{III} — жік кедергісі кезеңі.

Түйісу жігін иілу кезеңімен және қиюшы күшпен (2.1, в суреті) жүктеген жағдайда, онда иілу кезеңі ықпалымен σ созушы кернеуі және қиюшы күштен жанаспа кернеулер пайда болады бұл жағдайда қалыпты кернеулер (2.7) формула бойынша, ал жанама – келесі формула бойынша анықталатын болады:

$$\tau = QS / (Js) \leq [\tau]_{ср}, \quad (2.8)$$

бұл жерде Q — қиюшы күш; S — кесу аумағының жікті кесудің ауырлық ортасына қатысты статикалық сәті; J — жікті кесу инерциясының полярлы сәті; s — жалғанатын элементтердің ең жұқаы;



2.1-ші сурет. Созылуға (а), иілуге(б), иілуге және кесуге (в) жұмысжасаған жағдайдағы түйістірілген тура жіктің сызбасы:

N — созышы (қысушы) күш; M — иілу кезеңі; Q — кесуші күш

$[\tau]_{\text{ср}}$ — жіктің кесу барысындағы рұқсат етілетін кернеуі.

Жанаспа кернеулер $\tau = Q/(sI_{\text{ж}})$ формуласы бойынша анықталатын және $0,4[\sigma]_{\text{расатын жағдайда, келесі шарттың орындалуына тексеріс жүргізіледі}}$ $[(3\sigma^2/4 + 3\tau^2(1 - 6^2/(20 - 2)))^{0,5}] < [\sigma]_{\text{р}}$ (2.9)

Құрылыс табақ конструкцияларын дәнекерлеу барысында, өзекке 45° бұрышпен толық балқытылған түйіспелі қиғаш жікті жалғаулар қолданылады (2.2-ші сурет).

Мұндай жалғауды есептеу келесі формулалар бойынша жүзеге асырылады:

$$\sigma_p = N \sin \alpha / (sI_{\text{ж}}) < [\sigma']_p; \quad (2.10)$$

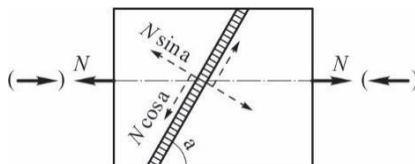
$$\sigma_{\text{сж}} = N \sin \alpha / (sI_{\text{ж}}) < [\sigma']_{\text{сж}}; \quad (2.11)$$

$$\tau = N \cos \alpha / (sI_{\text{ж}}) < [\tau]_{\text{ср}}. \quad (2.12)$$

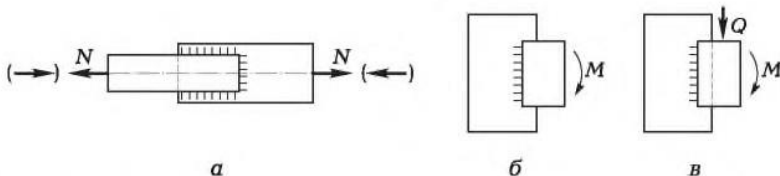
Қимаға жұмыс істегенде бұрыштық жіктер, қиманың кернеулері бойынша есептелінеді (2.3, а суреті)

$$\tau = N / (b h_{\text{ж}} \Sigma I_{\text{ж}}) < [\sigma']_y, \quad (2.13)$$

бұл жерде N — жалғауға салынған күш; b — бұрыштық жікті пісіру коэффициенті; $h_{\text{ж}}$ — бұрыштық жіктің қалыңдығы (жік катеті); $\Sigma I_{\text{ж}}$ — жіктің толық ұзындығы; $[\sigma']_y$ — дәнекерленген бұрыштық жіктердегі рұқсат етілетін кернеу.



2.2-ші сурет. N күшімен созатын түйіндеспе қиғаш жігінің жүктелу сызбасы



2.3-ші сурет. N созу күші, M иілуші кезеңі және Q кесуші күші бар бұрыштық жіктердің жүктелу сызбасы:
 а — кесуге есептеу; б — иілуге есептеу; в — иілуге және кесуге есептеу

2.3, б суретінде ұсынылған бұрыштық жіктері, келесі формула бойынша иілуге есептелінеді

$$\sigma = M/W_m \leq [\sigma]_y, \quad (2.14)$$

бұл жерде $W_m = (\beta h_{\text{ш}} l_{\text{ш}}^2) / \delta$.

Бұрыштық жіктерді 2.3, в суретінде көрсетілген сызба бойынша жүктеген жағдайда, есептеуді келесі ұсынылған формула бойынша иілуге және қиық бойынша жүргізеді:

$$[(M/W_m)^2 + (Q^2 / (\beta h_{\text{ш}} l_{\text{ш}})^2)]^{0.5} < [\sigma']_y. \quad (2.15)$$

Маңдайшалық бұрыштық жіктер (2.4, а—в суреттері) P перпендикулярлы әрекет етуші күштерге бағытталған. Жіктер арасындағы c қашықтық $c > 4s$ шартына сәйкес алынады. Маңдайша жіктері қиыққа есептелінген:

$$P = 0,7KI[\tau'], \quad (2.16)$$

бұл жерде P — бір маңдайша жігі қабылдайтын күш; K — жік катеті; I — жік ұзындығы; $[\tau']$ — жік металына арналған қиықтың рұқсат етілетін кернеуі.

Маңдайшалық бұрыштық жіктердің беріктіктерін есептілік қалыңдық бойынша тексереді. Қапталдық жіктер (2.4, г суреті) P параллельді әрекет ететін күшіне бағытталған. Негізгі және балқытылған металдың бірлескен деформациясының нәтижесінде, оларда есептеу барысында есептелінбейтін байланыстырушы кернеулер пайда болады. Қапталдық жіктерді жүктеме әрекетінің бағытына перпендикулярлы беттегі қиыққа есептелінген.

Конструкция үшін 2.4, г суретте ұсынылған,

$$P = 1,4KI[\tau'], \quad (2.17)$$

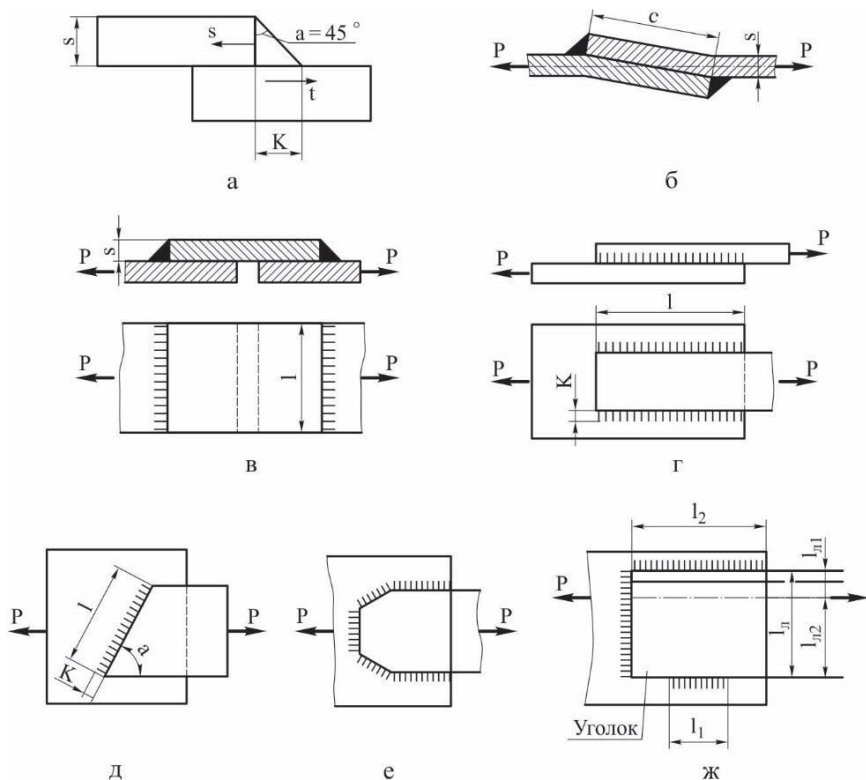
Кернеулердің шоғырлануын есепке алып, қапталдық жіктердің есептік ұзындықтары $50K$ аспаулары қажет.

Қысық жіктер (2.4, д суреті) маңдайшалық және қапталдық жіктерге ұқсас есептелінеді.

Комбинацияланған жалғаулар (2.4, е суреті) маңдайшалық және қапталдық жіктерге ұқсас есептелінеді. Егер, барлық жіктердің комбинациялық жалғау құрамына кіретін катеттері, өзара бірдей болса, онда симметриялық бекітілетін элемент үшін

$$P = 0,7KL[x'], \quad (2.18)$$

бұл жерде L — жіктер периметрі.



2.4-ші сурет. Маңдайшалық және қапталдық жіктермен жалғау:
 а — маңдайша жіктеріндегі күштер сызбасы; б — екі есептік маңдайша жіктерінің жалғауы; в — бір есептік маңдайша жіктің жалғауы; г — қапталдық жіктермен жалғау; д — қысық жікпен жалғау; е — комбинацияланған жалғау; ж — бұрыштықты бекіту сызбасы

Бұрыштық профильді (бұрыштықты) бекітуді есептеу барысында (2.3, ж суреті), маңдайша жігі қабылдайтын күш,

$$P_d = 0,7KI_d[\tau], \quad (2.19)$$

бұл жерде l_d — маңдайша жігі ұзындығы.

Қаптал жіктеріне берілетін күш,

$$P_{фл} = P - P_d. \quad (2.20)$$

Егер, қаптал жіктерінің катеттері тең болса, бұл күш екі қапталдық жіктер арасында төмендегідей бөлінетін болады:

$$P_{1фл} = P_{фл}(I_{л1}/I_{л}); P_{2фл} = P_{фл}(I_{л2}/I_{л}); \quad (2.21)$$

Егер, қаптал жіктерінің K_1 және K_2 катеттері бірдей болмаса, онда

$$P_{1фл} = P_{фл}I_{л1}K_1/(I_{л1}K_1 + I_{л2}K_2); \\ P_{2фл} = P_{фл}I_{л2}K_2/(I_{л1}K_1 + I_{л2}K_2). \quad (2.22)$$

$K_1 = K_2$ болатын тең бұрышты бұрыштамалардың бекітпелерінің беріктігін есептеу барысында, келесіні қабылдауға болады

$$P_{1фл} = 0,3P_{фл}; P_{2фл} = 0,7P_{фл}. \quad (2.23)$$

Қаптал жіктерінің жанаспа кернеулері

$$\tau = P_{1фл}/(0,7KI_1); \tau_2 = P_{2фл}/(0,7KI_2). \quad (2.24)$$

Жалғаулардың қажетті беріктіктерін алу үшін, қаптал жігінің ұзындығын I_1, I_2 шамасына дейін ұлғайтуға болады.

Қолмен имектеп дәнекерлеу барысында таврлап жалғау, көптеген жағдайларда жиектемелерді дайындаусыз орындалады. 2.5, а суретінде көрсетілген жалғау үшін,

$$P = 1,4KI[\tau']. \quad (2.25)$$

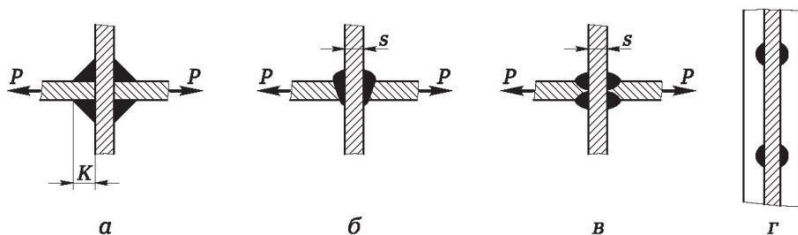
2.5, б және в, суреттерінде көрсетілген жалғаулар үшін,

$$P = sI[\sigma']_p, \quad (2.26)$$

бұл жерде — бойлық жалғанатын элементтер қалыңдығының ең төмені; $[\sigma']_p$ — созылу барысындағы жіктің рұқсат етілген кернеуі.

2.5, а суретінде бейнеленген жалғаулардың жіктерінің беріктігін, сығымдау барысында, күштердің айтарлықтай бөлігі бөлшектердің жанасуы беті арқылы берілетіндігін ескере отырып тексеріледі. Сондықтан, жалғауда саңылау болмаған жағдайда, қимадағы $[\tau']$ жұмыс барысындағы рұқсат етілетін кернеу $[\sigma]_{сж}$ шамасына дейін ұлғаяды.

Таврмен жалғау нүктелік жіктермен орындалуы мүмкін (2.3, г суреті). Мұндай жіктерді, әдетте, табақтардың қалыңдығы $s < 5$ мм болатын конструкцияларда шағын жүктемелерде қолданылады (тең беріктілік шарттарын сақтау міндетті емес болғанда).



2.5-ші сурет. Таврлық жалғау:

а — жиектемені дайындаусыз; б — жиектемені бір жақты дайындаумен;
в — жиектемені екі жақты дайындаумен; г — нүктелік имектен дәнекерлеумен

Электр тойтармаларын неғұрлым жұқа табақты балқыту жолымен, табактарды айкастырып жалғағанда қояды (2.6-шы сурет). Мұндай жалғауларды мысалы, 5 мм болатын металдың шамалы қалыңдығында қолданған тиімді. Жетілдірілген дәнекерлеу жабдықтарын пайдаланған жағдайда, үлкен қалыңдықтағы элементтерді жалғау мүмкін. Көптеген жағдайларда электр тойтармаларымен жалғау байланыстырушы болып табылады және жұмыс күштерін бермейді. Күштерді беретін электр тойтармаларының беріктігін есептеу, контактілік дәнекерлеу барысындағы нүктелік жалғаулар есептеулеріне ұқсас болады.

Контактілік дәнекерлеумен орындалған жалғауларды есептеу. Біркесікті орындардағы кернеулер (2.7, а суреті) келесі формула бойынша анықталады:

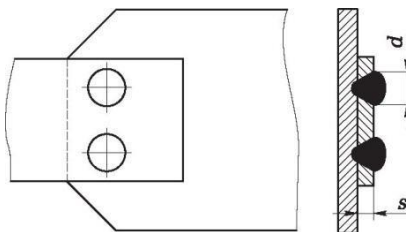
$$\tau = 4P/(\pi d^2) \leq [\tau]_0; \quad (2.27)$$

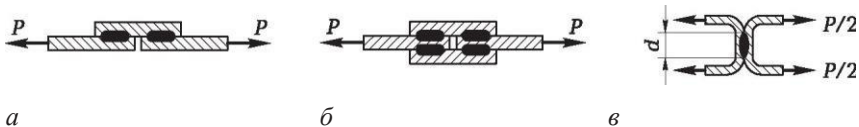
екі кесікті орындарда (2.7, б суреті) — келесі формула бойынша

$$\tau = 2P/(\pi d^2) < [\tau]_0, \quad (2.28)$$

бұл жерде P — нүктеге берілетін күш; $[\tau]_0$ — кесу жұмысы барысындағы рұқсат етілетін кернеу.

2.6-шы сурет. Балқытылған электр тойтармасымен жалғау:
 S - неғұрлым жұқа бөлшектің қалыңдығы; d — электр тойтармасы диаметрі





2.7-ші сурет. Кесілу мен үзілуге жұмыс істейтін нүктелік жалғаулар:
a — бір кесікті нүктелер; *б* — екі кесікті нүктелер; *в* — үзілуге жұмыс істейтін нүкте

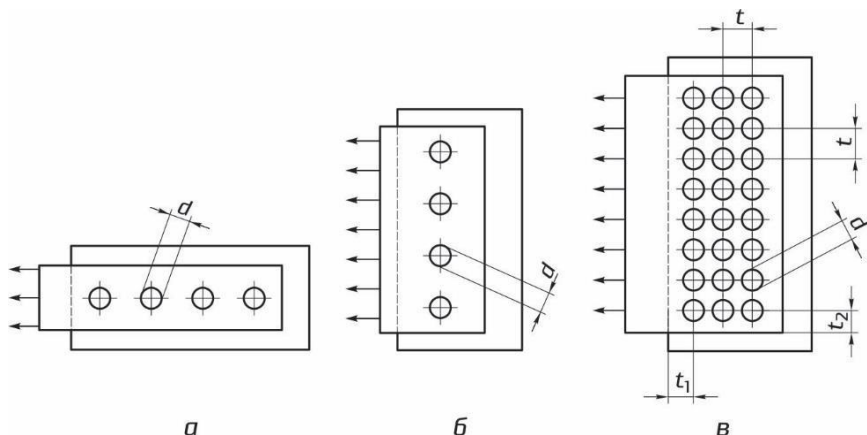
Дәнекерлеу нүктесі үзілуге жұмыс істеген жағдайдағы (2.7, *в* сурет) есептік кернеу

$$\sigma = 4P/(\pi d^2) \leq [\sigma']_0, \quad (2.29)$$

бұл жерде $[\sigma']_0$ — үзілуге арналған нүктедегі рұқсат етілген кернеу.

2.8-ші суретте бейнеленген жалғаулардағы кернеулерді, барлық нүктелер бір қалыпты жұмыс істейді деп жорамалдай отырып анықтайды. Күштерді бөрудің біркелкілігі еместігі жағдайында, күрделі жалғаудағы рұқсат етілген кернеуді $[\tau']_0 10...20\%$ төмендеткен жөн. Күштің әрекет етуі сызығы бойында орналасқан нүктелер саны, бестен аспауы тиіс.

Созуға (сығымдауға) жұмыс істейтін конструкциялар элементтері профильдерін қалыптастыру барысында, нүктелер конструкцияның жекелеген бөлшектерінің арасындағы байланыс қызметін атқарады және статикалық жүктемелерде оның беріктігіне айтарлықтай ықпал жасамайды, сондықтан есептеу барысында есептелінбейді.



2.8-ші сурет. Қолданыстағы күшке қатысты нүктелерді бойлық (*a*), көлденең (*б*) және араласқан (*в*) орналасулары

Роликтік дәнекерлеумен орындалған жұмыс жіктеріндегі кернеулерді келесі формула бойынша анықтайды

$$\tau = P/(el) \leq [\tau]', \quad (2.30)$$

бұл жерде e — жіктің ені; l — жіктің ұзындығы.

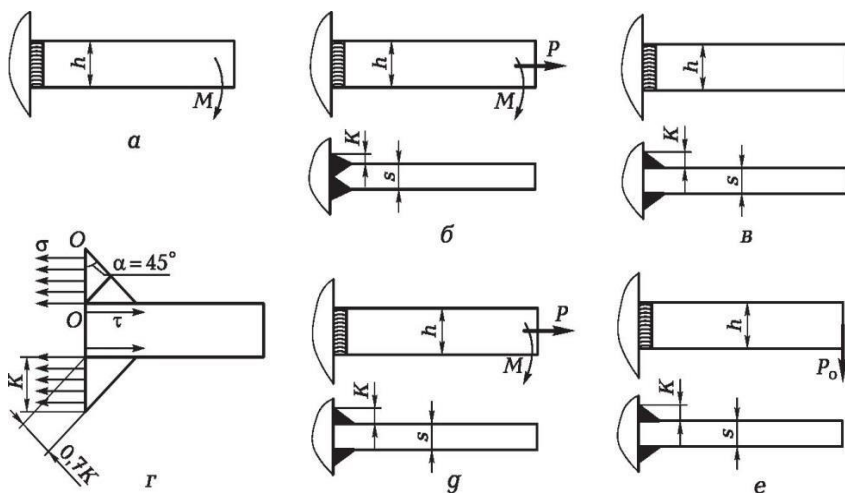
Рельефтік дәнекерлеу дәнекерлеу жалғауларының жақсы сапасын қамтамасыз етеді. Жіктердегі есептілік жүктемелерінен келетін кернеулер, нүктелік жалғаулардағыдай анықтайды.

Қиюшы күшпен және кезеңмен жүктелген жалғауларды есептеу. Дәнекерлеу жалғауларын, элементті конструкцияларға бекітуші жіктердегі кернеулердің иілулерін есептеу жағдайында (2.9, а суреті), келесі формула бойынша анықталады

$$\sigma = M/W_{ш} = 6M/(sh^2) < [\sigma]_p, \quad (2.31)$$

бұл жерде $W_{ш}$ — дәнекерлеу жіктері кедергісі кезеңі; s — элементтің қалыңдығы; h — элементтің биіктігі.

Сол жалғауда тек иілу кезеңі M ғана емес, сонымен бірге P бойлық күшінің әрекет етуі жағдайында (2.9, б суреті)



2.9 – шы сурет. Иілуге жұмыс істейтін жалғаулар:

а — M иілу кезеңінің әрекеті жағдайындағы жиектемелерді дайындаумен; б — M иілу кезеңінің және P бойлық күшінің әрекеті жағдайындағы жиектемелерді дайындаумен; в — M кезеңінің әрекет етуі жағдайындағы бұрыштық жіктер; г — бұрыштық жік жұмысы сызбасы; д — M кезеңінің және P бойлық күшінің әрекеті жағдайындағы бұрыштық жіктермен; е — M бойлық күшінің әрекеті жағдайындағы P_0 бойлық күшінің әрекеті жағдайындағы бұрыштық жіктермен

$$\sigma = M/W_{ш} + P/F \leq [\sigma]_p, \quad (2.32)$$

бұл жерде F — жіктердің қимасы аумағы.

Бұрыштық жіктері бар дәнекерлеу жалғауларына арналған (2.9, в суреті) M кезеңі әрекетінен келетін кернеу келесі формула бойынша анықталады

$$\tau = M/W_{ш} \leq [\tau]. \quad (2.33)$$

ОО бетіндегі (2.9, в суреті) h биіктікті және K катетті екі дәнекерлеу жіктерінің кедергілік кезеңі

$$W_{ш} = 1,4Kh^2/6. \quad (2.34)$$

Бұрыштық жіктердің бұзылуы, жіктің ең төменгі қимасының бетінде орын алатындығын есепке ала отырып

$$\tau = 6M/(1,4Kh^2) \leq [\tau]. \quad (2.35)$$

M кезеңі және P бойлық күші әрекетінен (2.9, г суреті) келетін бұрыштық жіктердегі кернеулер келесі формула бойынша анықталады

$$\tau = M/W_{ш} + P/F \leq [\tau]. \quad (2.36)$$

2.9, е суретінде көрсетілген сызба бойынша иілуден келетін кернеуді жүктеу жағдайында

$$\tau = M/W_{ш}, \quad (2.37)$$

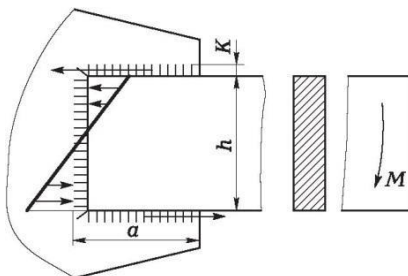
P_0 көлденең күшінен келетін кернеу

$$t = P_0/(1,4Kh). \quad (2.38)$$

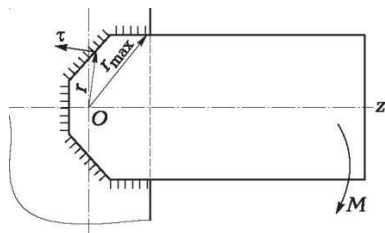
Жалғауды есептеу, жалғауларды құрамдас бөліктерге бөлшектеу тәсілімен орындалуы мүмкін (2.10-шы сурет). Сонымен бірге

$$M = M_{\text{вер.шв}} + M_{\text{гор.шв}}. \quad (2.39)$$

Осыдан жанаспа кернеулер



2.10 -шы сурет. Жалғауларды құрамдас бөліктерге бөлшектеу тәсілімен есептеу сызбасы



2.11 -ші сурет. Жалғауларды инерцияның полярлы кезеңі бойынша есептеу сызбасы

$$t = M / [0,7Ka(h + K) + (0,7Kh^2) / 6] \leq [\tau]. \quad (2.40)$$

(2.40) формуласын пайдаланып, жіктерге арналған талап етілетін a немесе олардың қатетін K анықтау оңай.

Күрделі қалыпқа ие (2.11 суреті) жалғауды, екі өзектік кезеңнің сомасына тең инерциясының полярлық кезеңі бойынша есептеуге болады:

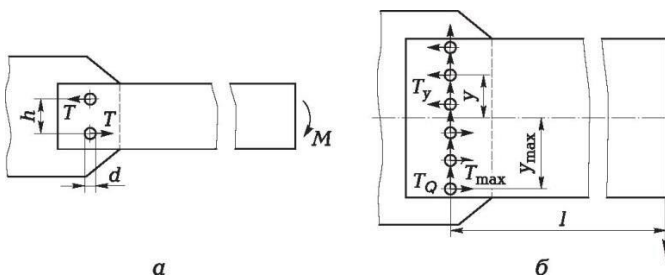
$$J_p J_x + J_y \quad (2.41)$$

Ең үлкен кернеу

$$\tau_{max} = M r_{max} / J_p \quad (2.42)$$

Инерцияның полярлық кезеңі бойынша есептеу беріктіктің үлкен қорын қамтамасыз етеді.

М кезеңінің әрекетімен иілуге жұмыс жасайтын екі нүктелі жалғауды есептеу барысында (2.12, а суреті), алдымен $T = M/h$ формуласы бойынша ықпал ететін күшейту нүктесін анықтайды, одан кейін кесу орны кернеуін есептеп шығарады.



2.12 -ші сурет. Иілуге және кесуге жұмыс жасайтын екі нүктелік (а) және көп нүктелік (б) жалғаулар

Бейтарап өзектен неғұрлым алыс орналасқан нүктедегі кернеуді (2.12, 6 суреті), формуласы бойынша анықтайды

$$\tau_{\max} = 4M y_{\max} / (\pi d^2 \Sigma y^2). \quad (2.43)$$

Q көлденең күшінен пайда болған кернеулер, келесі формула бойынша анықталады

$$\tau_Q = 4Q / (\pi d^2), \quad (2.44)$$

бұл жердеп — тік қатардағы нүктелер саны.

Нүктелердің бірнеше қатары болған жағдайдағы (2.13-ші сурет) иілуден келетін кернеу

$$\tau_{\max} = 4M y_{\max} / (\pi d^2 \Sigma y^2), \quad (2.45)$$

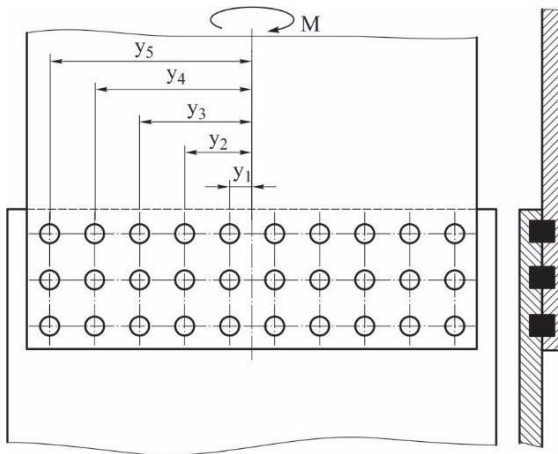
бұл жердеі— дәнекерлеу нүктелерінің тік қатарлары саны; көлденең күштен келетін кернеу

$$\tau_Q = 4Q / (\pi d^2); \quad (2.46)$$

нәтижелеуші кернеу

$$\tau_{\text{рез}} = (\tau_{\max}^2 + \tau_Q^2)^{0.5}. \quad (2.47)$$

Алюминий қоспаларының дәнекерлеп жалғауы. Конструкцияларда термиялық өңделген және өңделмеген алюминий қоспаларын қолданады. Имектеп дәнекерлеу жағдайында түйістіріп, айкастырып, таврлап жалғау ұсынылады.



2.13 -ші сурет. Имектеп жұмыс жасаушы, бірнеше нүктелер қатарлары бар жалғау

Сонымен қатар, бөлшектердің жиектерін дәнекерлеуге дайындау қажет. Алюминий қорытпаларының дәнекерлеу жалғауларының беріктігі қорытпаның маркасына, жалғау типіне және жартылай фабрикат өндірісі технологияларына байланысты.

Айқастырылған бұрыштық жіктері бар жалғаулардың беріктіктері, түйістірілгендерге қарағанда төмен болады. Қапталдық және комбинацияланған жіктері бар жалғаулардың беріктігі (қапталдық плюс маңдайшалық), негізгі металдың беріктігінің 50..55% құрайды (қабылданған дәнекерлеу технологиялық процесіне байланысты).

Алюминий конструкцияларда контактілік дәнекерлеумен орындалған нүктелік және роликтік жіктерді кеңінен қолданады. Дәнекерлеу конструкцияларын жобалау және дайындау барысында, кернеулердің шоғырлануын жою талаптарын қанағаттандыру және бірқатар жағдайларда конструкциялардың деформациялануын қамтамасыз ету қажет.

2.

ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

3. Дәнекерлеудің әралуан түрлерімен орындалған дәнекерлеу жалғаулары үлгілерінің жиынтығы.
4. Сипаттамалар, сызбалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

6. Практикалық сабаққа қатысты кіріспе бөлімді оқу.
7. Оқытушыдан дәнекерлеу жалғауы үлгісін алу.
8. Алынған дәнекерлеу жалғауы сызбасын сызу.
9. Қолданыстағы нормативтік құжаттамаға сәйкес, сызбада дәнекерлеу жалғауды белгілеу.
10. Аталмыш жалғауды жүктеу барысында кернеулер шоғырлануын көрсететін сызбаны (эпораны) сызу.

№ 2 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыстың орындалған күні _____

Дәнекерлеу жалғауы сызбасы және оның мемлекеттік стандартқа сәйкес белгіленуі.

Дәнекерлеу жалғауын жүктеу сызбасы

Дәнекерлеу жалғауындағы кернеулер эпюрасы

Беріктік шамасы бойынша есептеулер

Жұмыс бойынша қорытындылар _____

Оқушының қолы _____

Оқытушының қорытындысы _____

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Дәнекерлеу жалғаулары мен дәнекерлеу тораптары жүктемеде қалай жұмыс істейді?
2. Дәнекерлеу конструкцияларына жобалау кезеңінде қандай талаптар қойылады?
3. Дәнекерлеу конструкцияларын есептеудің жалпы міндеті неде?
4. Дәнекерлеу жалғауларының беріктіктерін есептеудің негізгі принциптері қандай?
5. Статикалық жүктеме барысында тура және қиғаш жікті дәнекерлеу жалғауларының беріктіктерін есептік бағалау қалай орындалады?
6. Күрделі жүктеме барысында дәнекерлеу жалғауларының беріктігі қалай бағаланады?
7. Жүктемеде бұрыштық жіктері бар жалғаулардың жұмыстарының ерекшелігі неде?
8. Таврлық жалғаудың беріктігін есептеу жолымен қалай бағалайды?
9. Айқасқан жалғаулардың иілгендегі жұмыстарының ерекшеліктері қандай?
10. Күрделі жүктеме барысында бұрыштық жігі бар жалғауларының беріктігі қалай бағаланады?
11. Контактілік дәнекерлеумен алынған дәнекерлеу нүктелері мен жалғауларының беріктігін қалай бағалауға болады?

ӨРТҮРЛІ МАҚСАТТАҒЫ ДӘНЕКЕРЛЕУ АРАЛЫҚТАРЫ

1. ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

Конструкциялаудың жалпы принциптері. Дәнекерлеу метал конструкцияларын жобалау барысында төмендегілерді орындау қажет:

- конструкциялардың тиімді жүйелері мен сызбаларын таңдау;
- материалдар түрлерін (болаттар, түсті қорытпалар) дұрыс тағайындау;
- металдың минималды шығындары жағдайында, қажетті беріктікке қол жеткізу, бұл айтарлықтай үнемдеуді қамтамасыз етеді;
- элементтер профильдері мен конструкциялардың типтік сызбаларын мүмкіндігінше пайдалану;
- прокаттың тиімді профильдерін, сонымен қатар иілген және қалыпталған элементтерді, құбырша профильдерді қолдану;
- конструкциялардың прогрессивті жүйелерін пайдалану (өзекті, алдын-ала керілген), ірі блоктармен монтаждауды қарастыру;
- объектілердің коррозияға қарсы қорғанысын қарастыру;
- конструкцияны жобалаумен қатар, оны дайындаудың технологиялық әдістерін әзірлеу, өндірісті кешенді автоматтандыру және механикаландыру мүмкіндігін қарастыру, имек және контактілік дәнекерлеудің прогрессивті процестерін, сонымен қатар дәнекерлеудің арнайы әдістерін (мысалы, радиожиіліктік, жарылысты, электршлакты және т.б.) қолдану;
- дәнекерлеу жалғауларының ерекше қасиеттерін ескеру, кернеулердің шоғырлануын жою, қалдық кернеулермен, деформацияланумен, сынғыш бұзылулармен, дәнекерлеу процесіндегі бұзылымдармен күрес жүргізу қажет болған жағдайда термиялық өңдеуді қарастыру;

- есептеу барысында күштік факторларды, олардың үйлесімдерін есепке алу, ЭЕМ пайдалана отырып күрделі статикалық анықталмайтын жүйелердегі күшті анықтау;
- имектеп дәнекерлеуді пайдаланғанда жіктерге қолайлы жақындауды және көмкерудің шамалы көлемі арқылы көлденең бетте жіктерді салудың мақсаттылығын ескеру, көп жіктердің бір орынға жиналуына жол бермеу;
- дәнекерлеуге арналған жиектерді бөлшектеуді МемСт 8713—79 «Дәнекерленген жалғаулар жіктері. Флюсті автоматты және жартылай автоматты дәнекерлеу»; МемСт 14771—76 «Дәнекерленген жалғаулар жіктері. Қорғаныс газдары ортасындағы электр имек дәнекерлеуі»; МемСт 5264—80 «Дәнекерленген жалғаулар жіктері. Қолмен имектеп дәнекерлеу» талаптарын ескере отырып қарастыру.

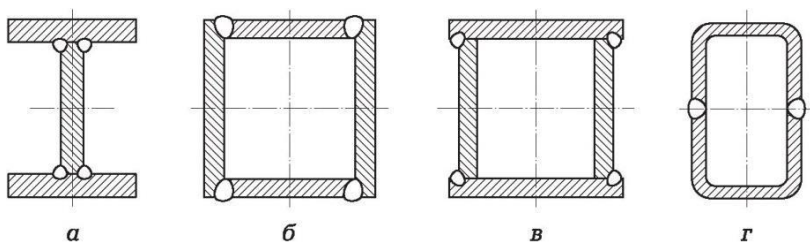
Бұрыштық жіктердің К категі, егер, негізгі металдың қалыңдығы 4 мм-ден артық, бірақ $1,2s_{\min}$ артық болмаған жағдайда, 4 мм-ден кем болмауы қажет, бұл жерде $s_{\min}$ — конструкцияның ең жұқа элементінің қалыңдығы.

Қапталдық жіктің минималды есептік ұзындығы $I_{\min}4K$, бірақ 400 мм-ден кем болмауы қажет; қапталдық жіктің ең ұзын есептік ұзындығы 60K құрауы қажет; тек қаптал жігіне түсетін күш оның ұзына бойына берілетін жағдайлардан басқаларында; айқасқан жалғаулардағы маңдайша жіктері арасындағы қашықтық $5s$ кем болмауы қажет, бұл жерде s — жалғанатын бөлшектер қалыңдығы.

Бұрыштық жіктер катеттерінің қатынасы, әдетте 1:1 құрауы қажет; -40 °C төмен температурада жұмыс істейтін, вибрациялық жүктемелер астындағы конструкцияларда, сонымен қатар С60/45 және С85/75 болаттарынан жасалынған конструкциялардағы катеттердің арақатынасын 1:1,5 етіп белгілеген мақсатты.

Түйісулерді жіктермен толықтай жаппауға жол берілмейді; әртүрлі қалыңдықтағы элементтерді түйіскен дәнекерлеу барысында $s_{\min} - \text{нен} s_{\max}$ бірқалыпты өгуді қамтамасыз ету қажет, 1:5-тен артық емес еңісті қиғаштықты қарастыру қажет. Тек қалыңдықтарының айырмашылықтары 4 мм-ден кем, ал ойығы $s_{\min}/8$ кем жалғауларға ғана рұқсат етіледі.

Күштерінің бір бөлігі жіктермен, ал екіншісі — тойтармалармен қабылданатын комбинацияланған жалғауларды қолдануға рұқсат берілмейді.



3.1-ші сурет. Дәнекерлеу арқалықтары (а — г) профильдері

40 °С жоғары емес температураларда жұмыс істейтін, С60/45 болатынан және одан да берік болаттардан жасалынған конструкциялардағы дәнекерлеу жіктерін, әдетте екі жақты дәнекерлеумен жалғайды.

Көбіне, екі таврлы (3.1, а суреті) және қорапшалы (3.1, б, в суреттері) профильді дәнекерлеу арқалықтарын қолданады; сирек — 3.1, г суретінде көрсетілген профильді қолданады. Арқалықтардың көлденең қималарын кейде, егер соңғысы айтарлықтай болғанда ұзындығы бойынша өзгертеді. Кейбір жағдайларда көлденең табақтардың қалыңдықтарын немесе ендерін өзгертеді, егер, олардың әрқайсысының қалыңдықтары 30...35 мм артық болса, көлденең табақтардың бірнеше жұптарын қолданады. Сонымен бірге, аз жүктелген учаскелерде табақтар саны азайтылады. Кейде, тік табақтардың биіктіктерін өзгертеді.

Арқалықтар үшін нормалармен шекті шама реттеледі: f_{max}/I , бұл жерде f_{max} — ең үлкен иілу; I — арқалық аралығының ұзындығы. Әртүрлі міндеттегі арқалықтарға арналған қаттылық нормалары әртүрлі, мысалы, кран асты арқалықтарының қаттылығы, әдетте қабат аралық жаппалардың арқалықтарына қарағанда жоғары болады.

Өнеркәсіптік ғимараттардағы құрылыс конструкцияларының иілгіш элементтерінің шектік иілулері 3.1-ші кестеде келтірілген.

Иілудің көпірлі крандар, теміржол көпірлері жән басқа да бірқатар конструкциялардың аралықтары ұзындығына максималды қатынасы арнайы техникалық шарттармен реттеледі.

Стандартқа сәйкес екі тіректі шарнирлік тіреулі арқалықтың максималды рұқсат етілетін иілуі $1/(3601)$, консольді арқалықтардікі — $1/(1801)$, екі тіректі екінші кезектегі міндетті арқалықтардікі — $1/(1801)$, консольдік арқалықтардікі — $1/(901)$ болады.

Негізгі металдағы $[\sigma]_p$ белгіленген қаттылық нормалары мен рұқсат етілетін кернеулерді ескере отырып талап етілетін арқалықтың биіктігі (3.2-ші сурет), төмендегідей:

3.1-ші кесте. Өртүрлі міндеттегі арқалықтардың шекті иілулері

Конструкциялар элементтері	Аралық ұзындығы бөліктеріндегі шекті иілу
Кран асты аралықтары және крандардағы фермалар:	
қолмен	1/500
50 т кем электр жүк көтергіштікті	1/600
50 т және одан да жоғары электр жүк көтергіштікті	1/750
Монорельстік жолдар	1/400
Өндірістік ғимараттардың жұмыс аумақтары аралықтары:	
рельстік жолдар болмағандағы негізгілері	1/400
басқалары	1/250
тар жолтабанды жолдар болғанда	1/400
кең жолтабанды жолдар болғанда	1/600
қабат аралық жабындылар аралықтары:	
негізгі	1/400
басқалары	1/250
төбе жабындылары аралықтары:	
негізгі фермалар	1/250
белағаштар	1/200

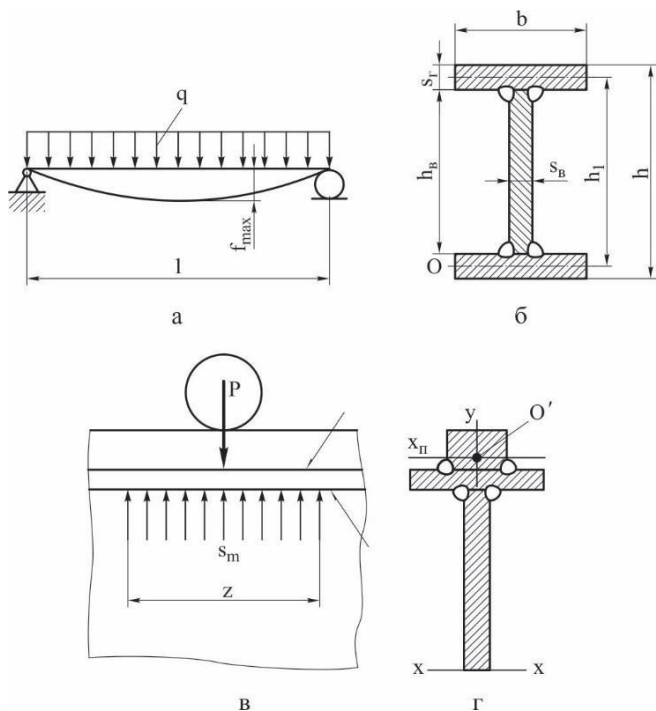
$$h = \xi[\sigma]_p I^2 / (E f_{\max}), \quad (3.1)$$

бұл жерде ξ — тіреу шарттары мен жүктеме типіне тәуелді коэффициент (3.3-ші сурет); E — серіппелік модуль.

Ең төменгі массалы арқалықтарды жобалау шарты бойынша аралықтардың талап етілетін биіктігі:

$$h = v[M/(S_B[\sigma]_p)]^{0.5}, \quad (3.2)$$

бұл жерде v — арқалықтың қимасына тәуелді коэффициент (екі таврлы профиль үшін, ол 1,2... 1,4; қорапты профиль үшін — 1,1,1 тең); M — аралықтың есептік иілу кезеңі; S_B — екі таврлы профильдің тік табағының қалыңдығы немесе қорапты профильдің екі тік табақтарының сомалық қалыңдығы;



3.2-ші сурет. Дәнекерлеу арқалықтарын есептеу арналған сызбалар (а-г):

q — бөлінген жүктеме; l — арқалықтар тіреулері арасындағы қашықтық; $f_{\max}$ — арқалықтың максималды иілуі; b — арқалықтың көлденең табағы ені; h — арқалық қимасының биіктігі; h_e — арқалық тік табағы биіктігі; h_1 — көлденең табактардың аралық ортасы арасындағы қашықтық; S_r — арқалықтардың тиісінше көлденең және тік табактарының қалыңдығы; P — шоғырланған жүктеме; z — шоғырланған жүктеме тік табаққа берілетін шартты ұзындық; σ_m — жергілікті кернеу.

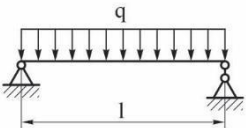
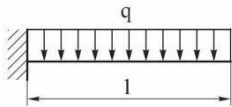
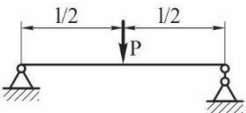
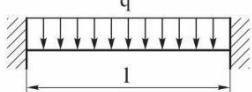
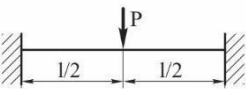
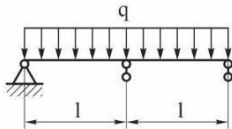
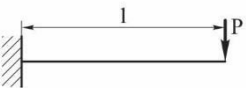
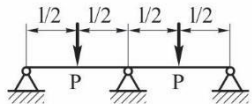
$[\sigma]_p$ — созылу барысындағы металдағы рұқсат етілетін кернеу.

Төмендегіні қабылдай отырып

$$s_B = h^{0.5}/12,5, \quad (3.3)$$

$$h = \sqrt[0.5]{12,5M/[\sigma]_p}. \quad (3.4)$$

алатын боламыз.

Жүктеу сызбасы	x	Жүктеу сызбасы	x
	0,208		0,506
	0,167		0,063
	0,083		0,083
	0,667		0,098

3.3-ші сурет. Жүктеу сызбасының ξ коэффициенті мәніне ықпалы.

h мәні сантиметрлермен, 12,5 коэффициенті $\text{см}^{-0,5}$ көлемділігіне ие болады.

(3.1) және (3.2) формулалар бойынша есептелініп шығарылған биіктіктің екі мәнінен, ең үлкенін қабылдау қажет. (3.1) шарты міндетті, ал (3.2) шарты қалау бойынша болып табылады, сондықтан ол айқындауша мәнге ие емес.

Екі таврлы профиль қимасын іріктеу процесі (3.2, б суреті) келесідей. Қима кедергісінің талап етілетін сәті

$$W_{\text{тр}} = M/[\sigma]_{\text{р}}. \quad (3.5)$$

Қима инерциясының талап етілетін сәті

$$J_{\text{тр}} = W_{\text{тр}} h/2. \quad (3.6)$$

Биіктігі h_B және қалыңдығы b_B болатынтік табақтың инерциясы сәті

$$J_B = S_B h_B^3 / 12. \quad (3.7)$$

$h_B = 0,95h$ шамалап қабылдайды, ал екі көлденең табактарға арналған инерция сәті

$$J_T = J_{TP} - J_B; \quad (3.8)$$

$$J_T = 2 [J_0 + F_T (h_1/2)^2], \quad (3.9)$$

бұл жерде J_0 — көлденең табақты инерциясы сәті; h_1 — көлденең табактардың ауырлық орталықтары арасындағы қашықтық ($h_1 \geq 0,97$).

J_0 мәніне мән берместен, бір көлденең табақтың талап етілетін аумағын келесі формула бойынша анықтайды

$$F_T = 2J_T / h_1^2. \quad (3.10)$$

Иілуден келетін кернеу

$$[\sigma] = Mh / (2J) < [\sigma]_p, \quad (3.11)$$

бұл жерде J — арқалық қимасы инерциясының сомалық сәті.

Иілетін элементтегі рұқсат етілетін кернеу қима типіне тәуелді. Осыған байланысты, екі таврлы, таврлы және басқа да ашық профильдердің беріктігін есептеу барысында, иілу жағдайындағы рұқсат етілетін кернеулерді $0,66\sigma_T$; тік бұрышты қималарда — $0,75\sigma_T$; дөңгелек өзектерде — $0,9\sigma_T$ -тең деп қабылданады, бұл жерде σ_T — ағымдылық шегі.

Рұқсат етілетін кернеулер иілетін арқалықтың созылмалы және қысылған аймақтарында бірдей емес қабылданады.

Дәнекерленген жалғаулары бар иілмелі екі таврлы арқалықтардың қысылу аймағындағы кернеу төмендегіден аспауы қажет:

$$\sigma_{b\gamma T} = \sigma_T [0,72 - 0,12b(10\sigma_T)^{0,5} / (256s)], \quad (3.12)$$

бұл жерде b, s — тиісінше арқалықтың сыртқа шығып тұрған бөлігінің ені және қалыңдығы.

Қиманың ауырлық орталығындағы жанама кернеулер

$$\tau = QS / (J_{SB}), \quad (3.13)$$

бұл жерде Q — қимадағы неғұрлым үлкен көлденең күш; S — қима аумағының жартысының арқалықтың қимасының ауырлық орталығына қатысты статикалық сәті.

Баламалы кернеулерді, M және Q бір көлденең қимада бір мезетте жеткілікті үлкен мәндерге ие болған жағдайда ғана тексереді. Тікқабырғаның жоғарғы жиегіндегі баламалы кернеулер

$$\sigma_{т.к} = (\sigma_1^2 + 3\tau x_1^2)^{0,5} \leq [\sigma]_p, \quad (3.14)$$

бұл жерде σ_1 , τ_2 — тік қабырғаның жоғарғы жиегіндегі қалыпты және жанама кернеулер,

$$\sigma_1 = Mh_b / (2J); \quad \tau_1 = 2QS / (Js_b).$$

Арқалықтың жоғарғы белдігі бойынша шоғырланған жүктемелерді жылжытқан жағдайда (крандық, кран астылық, көпірлік және т.б.) тік табақтың беріктігін жергілікті кернеуді ескере отырып тексереді

$$\sigma_\mu = n_1 P / (s_\mu z), \quad (3.15)$$

бұл жерде n_1 — арқалықтың жұмыс істеуінің ауыр тәртібінде, 1,5 тең деп қабылданатын коэффициент; 1,0 — жеңіл; P — шоғырланған жүктеме; z — шоғырланған жүктен тік табаққа жүктеме берілетін шартты ұзындық.

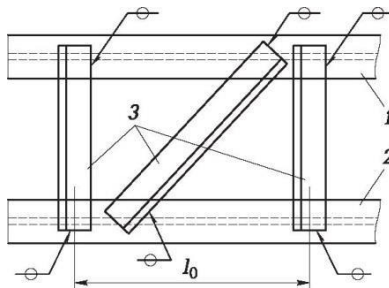
Шартты ұзындықты төмендегі формула бойынша табуға болады

$$z = 3,25(J_n / s_b)^{1/3}, \quad (3.16)$$

бұл жерде J_n — көлденең табақтың оған дәнекерленген рельспен бірге, олардың ортақ ауырлық орталықтары O' арқылы өтетін x_n өзегіне қатысты инерциясы сәті.

J_x сәті J_y сәтімен салыстырғанда жоғары болатын, екі таврлы профильді 1-ші арқалықтың ортақ тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін (3.4-ші сурет), 1-ші арқалықты параллельді орнатылған 2-ші арқалықпен байланыстыратын, 3-ші байланыстарды орната отырып, иілгіш элементтің бос ұзындығын қысқартады. Сонымен бірге, иілгіш арқалықтағы кернеуді келесі формула бойынша тексереді:

$$\sigma = M / W \leq [\sigma]_p \varphi_6, \quad (3.17)$$



3.4 сурет. Арқалықтарды көлденең бетте бекіту сызбасы:

1, 2 — көлденең арқалықтар; 3 — байланыстар

3.2-ші кесте. С38/23 сыныпты болаттан жасалынған екі таврлы арқалықтарға арналған ψ коэффициенті

a	Жоғарғы белдікке жақындатылған жүктемедегі, аралықта бекітілмеген арқалық		a	Жоғарғы белдікке жақындатылған жүктемедегі, аралықта бекітілмеген арқалық	
	шоғырландырылған	біркелкі бөлінген		шоғырландырылған	біркелкі бөлінген
0,1	1,73	1,57	24	4,03	3,55
0,4	1,77	1,60	32	4,59	4,04
1	1,85	1,67	48	5,60	4,90
4	2,21	1,98	64	6,52	5,65
8	2,63	2,35	80	7,31	6,30
16	3,37	2,99			

Ескерту: h_1 — арқалық белдіктерінің ауырлық орталықтары арасындағы қашықтық; s_B — тік табақ қалыңдығы.

бұл жерде ϕ_6 — беріктік ескерілген арқалықтың рұқсат етілетін кемуі коэффициенті.

Симметриялық екі таврлы қималы арқалықтар үшін

$$\phi_6 = \psi J_y h^2 / (J_x I^2). \quad (3.18)$$

ψ мәні 3.2-ші кесте бойынша, үші табақтан құралған дәнекерленген екі таврлылар үшін анықталатын α параметріне сәйкес келесі формула бойынша қабылданады

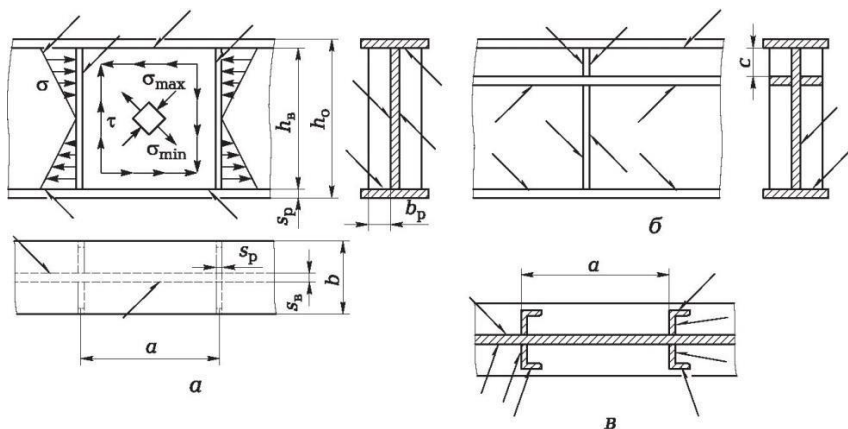
$$\alpha = 8[I_{s_f}/(hb)]^2[I + h_b s^3/(2bs_f^3)], \quad (3.19)$$

бұл жерде I — арқалықтың есептік ұзындығы; s_f , b — тиісінше арқалық белдігінің қалыңдығы және ені; h — арқалық қимасының толық биіктігі; h_b — арқалық қабырғасының биіктігі; s_B — арқалық қабырғасының қалыңдығы.

Егер, $\phi_6 > 0,85$ болса, онда (3.17) формуласына ϕ'_6 шамасын қояды:

ϕ_6	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35	1,55
ϕ'_6	0,85	0,89	0,92	0,94	0,96	0,97	1,00

Тік табақтар мен арқалықтар белдіктерінің жергілікті төзімділігі, қысатын қалыпты және жанамалы кернеулердің ықпалы бойынша анықталады.



3.5-ші сурет. Тұрақтылықтың жоғалтылуына (а) алып келетін σ және τ кернеулерінің түзілуі және аралықтардың тік табақтарына жергілікті тұрақтылықты қамтамасыз етуге арналған қаттылық қабырғаларының орналасуы (б, в)

Егер, төмен көміртекті болаттан жасалған арқалықта, олар бойынша жылжитын шоғырландырылған жүктемелер болмаған жағдайда,

$$h_b/s_b < 100(21/R)^{0,5}, \quad (3.20)$$

ал мұндай жүктемелер болған жағдайда

$$h_b/s_b < 70(21/R)^{0,5}, \quad (3.21)$$

онда тік табақтың тұрақтылығын тексермейді.

(3.20) және (3.21) R формулаларында — есептеу кедергісі, кгс/мм².

Егер, олардың ені келесідей болса, онда қысылған белдіктер тұрақтылығы қамтамасыз етілген

$$b \leq 30s_r(21/R)^{0,5}, \quad (3.22)$$

бұл жерде s_r — белдіктің қалыңдығы.

(3.20) және (3.21) шарттарын сақтаған жағдайда тік табақтарға, жолақтардан немесе профильді материалдан жасалынған тік қаттылық қабырғаларын дөңкерлейді (3.5-ші сурет). Қаттылық қабырғаларының ені $b_p = h_b/30 + 40$ мм; С 38/23 және С 46/33 $s_p \geq b_p/15$ болаттарына арналған қабырғалардың қалыңдығы; неғұрлым берік болаттарға арналған — $s_p \geq b_p/12$.

Тік табақтың жергілікті тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін келесі шарт орындалуы қажет:

$$[(\sigma/\sigma_0 + \sigma_{\mu}/\sigma_{\mu 0})^2 + (\tau/\tau_0)^2]^{0,5} \leq 1,00 \quad (3.23)$$

(кран асты арқалықтары үшін $\leq 0,9$).

(3.23) σ_μ формуласында — шоғырландырылған жүктемеден түсетін жергілікті (локалды) кернеу; σ — келесі формула бойынша анықталатын, тік табактың жоғарғы жиегіндегі қалыпты кернеу

$$\sigma = Mh_b/(2J), \quad (3.24)$$

τ — келесі формула бойынша анықталатын орташа жанама кернеу

$$\tau = Q/(h_b 5_b); \quad (3.25)$$

$$\tau_0 = 7\,460(100s_b/h_b)^2; \quad (3.26)$$

$$t_0 = (1\,250 + 950/\mu^2)(100s_b/d), \quad (3.27)$$

бұл жерде d — қаттылық қабырғалары мен табактар арасындағы жасалынған, a және h_b кіші тарабының ұзындығы; μ — үлкен тараптың кіші тарапқа (a немесе h_b) қатынасы.

Кернеу $\sigma_{\mu 0}$, кгс/см², келесі формула бойынша анықталады

$$\sigma_{\mu 0} = 10^7 k_1 (S_b/a)^2. \quad (3.28)$$

Егер, рельстер белдіктерге дәнекерленген болса, k_1 мәні a/h_b қатынастарынан төмендегідей тәуелді болады:

a/h_b	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2
A	2,62	2,87	3,58	4,8	6,5	8,75	11,3	14,38	17,97

Арқалықтың тік табактары арасына қойылатын, негізгі қаттылық қабырғаларынан бөлек, олардың араларына кейде үшбұрышты қалыптағы қысқартылған қаттылық қабырғалары қойылады (ұзындықтары шамамен $h/3$). $h_0/s_b > 100$ жағдайында негізгі көлденең қабырғалардың арасындағы қашықтық $2h_0$ артық болуы қажет және $h_0/s_b < 100$ жағдайында $2,5h_0$ артық болмауы қажет, бұл жерде h_0 — арқалықтың қимасы биіктігі.

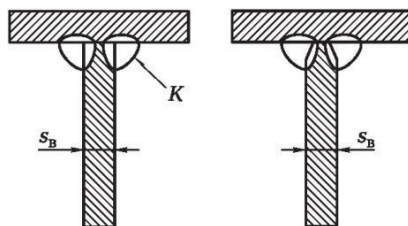
Өте үлкен биіктіктердегі арқалықтарда көлденең қаттылық қабырғалары қарастырылады. Олар жоғарғы көлденең табактан $c = (0,2...0,3)h_b$ қашықтықта орналасады (3.5, б суреті). Кейде қабырғаларды бұрыштамалармен алмастырады (3.5, в суреті).

Көлденең табактарды шоғырланған жылжымалы үлкен шамалар болған жағдайда, тік белдік жіктерімен жалғастырады, әдетте бұрыштық (3.6, а суреті), кейде жіктерді жиектерін дайындай отырып орындайды (3.6, б суреті).

Нормаларға сәйкес қаттылықтың тік қабырғаларын, арқалықтарда келесі жағдайларда қолданбауға рұқсат етіледі:

- 1) егер $\tau < 0,4\sigma_\tau$;
- 2) егер $328/\sigma_\tau^{0,5} < h_b/s_b \leq 460/\sigma_\tau^{0,5}$ (σ_τ — ағымдылық шегі, кгс/мм²).

Іілгіш арқалықтардағы қаттылық қабырғаларын, Q көлденең күшінен шығатын τ кернеуі, 3.3-ші кестеде көрсетілген мәндерден аспауы қажеттігін ескере отырып орналастырады.



3.6-шы сурет. Арқалықтардың белдік жіктері:

a — жиектерің дайындаусыз; *б* — жиектері дайындалған

Жік пен негізгі металдың бірлескен деформациясы салдарынан орын алған жалғаушы қалыпты кернеулер есептеу барысында ескерілмейді. Бұрыштық белдік жіктерінің беріктігі, жанама кернеулерді анықтай отырып есептелінеді:

$$\tau = QS/(J\beta K), \quad (3.29)$$

бұл жерде *S* — бұл белдіктің немесе көлденең табақтың және рельстің қимасы аумағының жартысының, арқалықтың ауырлық орталығына қатысты статикалық аумағы (егер, ол болған жағдайда); *J* — бүкіл қиманың инерциясы кезеңі.

Жиектері дайындалған тік табақтағы жанама кернеу

$$\tau = QS/(J_s). \quad (3.30)$$

Егер, жүк арқалық белдігіне бекітілген рельс бойынша жылжитын болса (3.2, в суретті қараңыз), онда белдіктер жіктеріндегі кернеу

3.3-ші кесте. τ көлденең күштен максималды рұқсат етілетін кернеуі			
h_1/s_B	Келесілерден артық емес қаттылық қабырғалары арасындағы қашықтық жағдайындағы τ мәні, МПа		
	$0,8h_B$	$1,1h_B$	$1,5h_B$
100	—	—	90
120	92	89	84
150	87	81	85
180	80	74	66

Ескерту: h_1 — арқалық белдіктерінің ауырлық орталығының арасындағы қашықтық; s_B — тік табақтың.

$$\tau = n'P/(2\beta Kz), \quad (3.31)$$

бұл жерде n' — тік табақтың жиектерінің өңделуі сипатына тәуелді коэффициент; P — шоғырландырылған жүктеме; z — жүктеменің белдіктен тік табаққа берілуі орын алатын жіктің есептік ұзындығы.

Жіктердегі шартты нәтижелеуші кернеу

$$\tau_p = (t_x^2 + t_y^2)^{0.5} \leq [\tau], \quad (3.32)$$

бұл жерде $[\tau]$ — дәнекерлеу жігіне арналған рұқсат етілетін жанама кернеуі.

Қаттылық қабырғаларын бұрыштық жіктермен катетке бекітеді $K' = (0,4 \dots 0,7) s_b$.

Арқалықтардағы технологиялық түйіспелерді талап етілетін ұзындықтағы элементтер болмағанда пайдаланады. Монтаждау жіктерін, одан кейін орнату орнында дәнекерлеу үшін ірі көлемдегі арқалықтарды бөлшектеп тасымалдау мүмкіндігін ескере отырып жобалайды. Конструктивтік түйіспелер арқалықтардың көлденең қималары көлемдерін өзгерту үшін қызмет атқарады.

Егер, арқалықтың барлық элементтері бір көлденең қимада түйісетін болса, түйіспелер әмбебап (3.7, а суреті) және ішінара болулары мүмкін (3.7, б суреті). Технологиялық түйіспелер көбіне ішінара болады, монтаждықтар — әрқашан әмбебап болады. Арқалықтарды түйістіру контактілік машинада немесе имектеп түйістіргіш дәнекерлеумен жүзеге асырылады. Түйіспенің беріктігі келесі шартпен анықталады

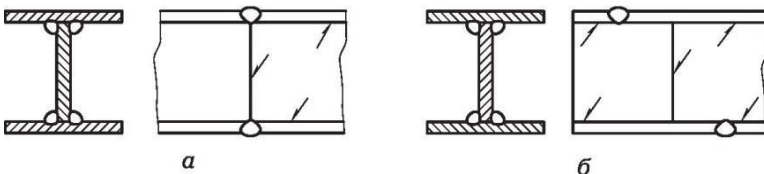
$$\sigma = M/W \leq [\sigma']_p. \quad (3.33)$$

Егер, $\sigma > [\sigma']_p$ болса, онда түйіспенің қимасы тұтас қимаға беріктігі тең болмайды. Сонымен бірге, түйіспенің қимасы максималды кернеулер орындарынан әрірек орналастырылады.

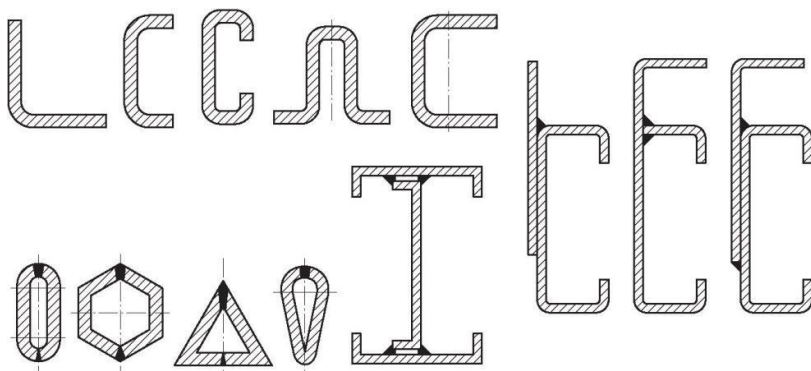
Егер, $\sigma > [\sigma']_p$ болса, онда арқалықты, оның белдіктеріне, есептілік қимасында W' кедергі ету кезеңін ұлғайтатын қосымша көлденең табақтарды дәнекерлеу арқылы күшейтуге болады. Сонымен бірге,

$$\sigma = M/W' < [\sigma]_p, \quad (3.34)$$

бұл жерде W' — қаптамалармен күшейтілген арқалық қимасының кедергі кезеңі.



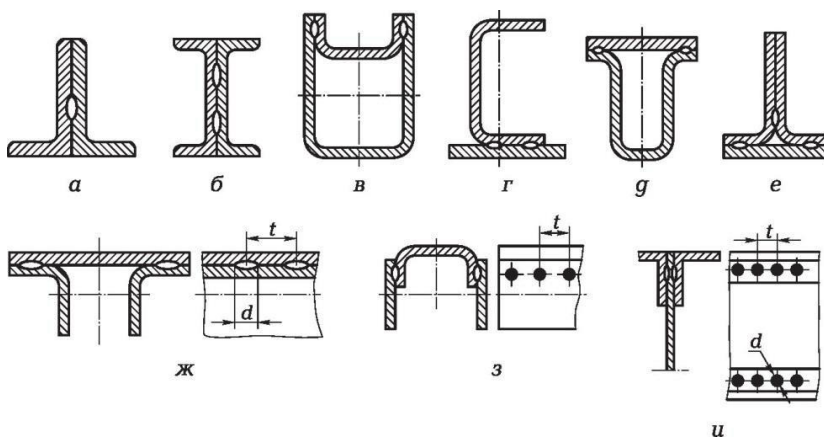
3.7-ші сурет. Арқалықтардың әмбебап (а) және ішінара (б) түйіспелері



3.8-ші сурет. Иілген және қалыптандырылған профильдерден жасалған арқалықтардың көлденең қималары

Иілген және қалыптандырылған профильдерден жасалған арқалықтардың көлденең қималары 3.8-ші суретте көрсетілген. Мұндай арқалықтарды, көбіне контактілік немесе имек дәнекерлеумен электр тойтармаларымен дәнекерленетін, қалыңдығы $s = 1,0 \dots 1,5$ мм болатын табактардан дайындайды. Дәнекерлеу орындары мүмкіндігінше, пластикалық деформациялану аймақтарынан қашық орналасқан аймақтарда орналасады.

Жалғаушы нүктелер (3.9, а, б суреттері) беріктікке есептелінбейді, жұмыс нүктелері (3.9, в, д суреттері) Q көлденең күшінің нәтижесінде пайда болатын кернеулер бойынша есептелінеді.



3.9-ші сурет. Нүктелермен дәнекерленген арқалықтардың көлденең қималары (а—и)

Нүктелер арасындағы t қашықтығына тең, арқалықтың ұзындығы бойынша әрекет ететін қиманың күші (3.9, ж — и суреттері) келесі формула бойынша анықталады

$$T = QSt/J. \quad (3.35)$$

нүктедегі қиманың кернеуі

$$\tau = 4T/(2\pi d^2), \quad (3.36)$$

бұл жерде d — нүкте диаметрі.

Дөңес қалыптағы арқалықтардың тірек плиталарын (3.10-шы сурет) болаттан дайындайды. Бір тірек бойынша арқалық ұзына бойына жылжи алады, ал келесісіне ол ұзына бойғы жылжудан қорғайтын бұрандалармен және қадалармен бекітілген. Плитаның ені $b_0 = (1,1 \dots 1,2) b$.

Плитаның цилиндрлік бетінің радиусы $R = 1.2$ м; оның соңындағы плитаның қалыңдығы $s_{\min} = 10.15$ мм. Плитаның өзектегі қалыңдығы s плитаның имектегі жұмыс шарттарымен анықталады:

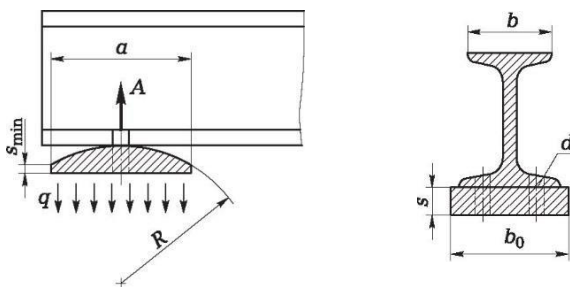
$$s = [6M/((b_0 - 2d)[\sigma]_p)]^{0.5}, \quad (3.37)$$

бұл жерде d — тетікке арналған тесіктің диаметрі, $d = 18.25$ мм. Плита өзегі бойынша иілу кезеңі

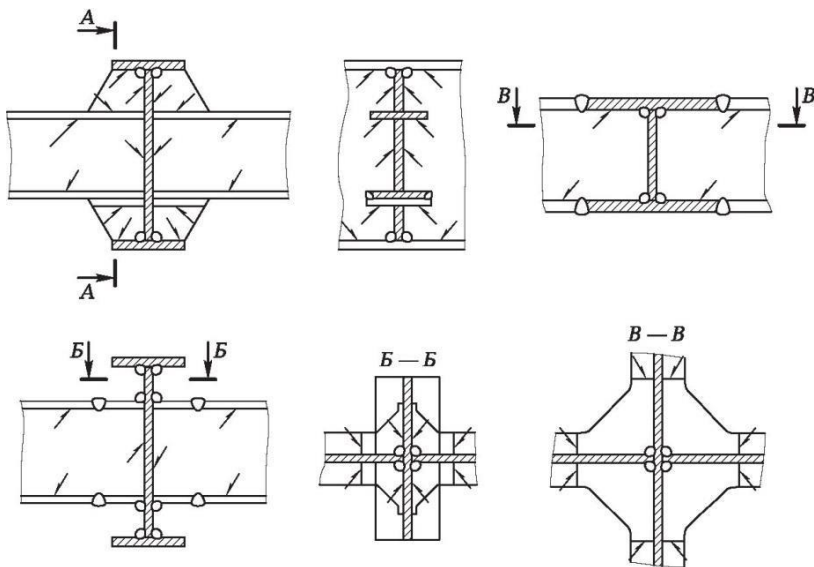
$$M = Aa/8,$$

бұл жерде A — тіректің реакциясы; a — плитаның ұзындығы, $a = (1,0 \dots 1,5)b_0$.

Ауыспалы жүктемелер астында жұмыс істеуші арқалықтар, оларда айтарлықтай шамадағы кернеулер концентраторларының түзілуі мүмкіндігін жоққа шығаратындай етіп орындалулары қажет. Түйіспелерді төсемелерді біркелкі үзу және көлденең табақтардың қалыңдықтарын біркелкі өзгерту арқылы дәнекерлеу қажет.



3.10 - шы сурет. Арқалық тірегінің конструкциясы



3.11 -ші сурет. Екі таврлы профильді аркалықтардың өзара дәнекерленген жалғауы.

Қабырға астындағы тартылған белдікте төсеу төсеу мақсатты.

Егер, олар ауыспалы жүктемелермен жұмыс істеген жағдайда, аркалықтардың арасындағы түйіндесуді, кернеулердің минималды шоғырлануы қамтамасыз етілетіндей етіп орындау қажет. Бұған түйіндескен жалғауларды пайдалану және элементтер арасындағы біркелкі өтулер есебінен қол жеткізіледі (3.11, 3.12-ші суреттер).

Алюминий қорытпаларынан жасалынған аркалықтарда иілу ұшының $f_{\max}$ аралықтың ұзындығына максималды қатынасы келесідей болуы қажет: 1/600 — кран асты жаппалары үшін (кран көтеретін жүктің максималды салмағы $Q = 50$ тс); 1/400... 1/200 — қабат аралық жабындылар үшін; 1/250.1/200 — жабындылар үшін. Егер, $h/s_e < 80$ болса, алюминий термиялық өңделмейтін қорытпалар үшін қаттылық қабырғаларын қоймайды немесе бір-бірлерінен 2,4h қашықтықта қояды

Тек тік қаттылық қабырғаларымен бекітілген, алюминий қорытпаларынан жасалынған аркалықтардың тұрақтылықтарын (3.5-ші суретті қараңыз), белдікке салынған шоғырландырылған күштер болмаған жағдайда, төменгі шартқа байланысты тексереді

$$[(\sigma/\sigma_0)^2 + (\tau/\tau_0)^2]^{0.5} \leq V. \quad (3.38)$$

Бұл жерде σ — төмендегі формула бойынша анықталатын, тік табактың жоғарғы жиегіндегі есептік кернеу

$$\sigma = Mh_0/(2J); \quad (3.39)$$

$$\sigma_0 = 2 \cdot 100(h_0 s_B / h_B)^2; \quad (3.40)$$

$$\tau = Q(h_B s_B); \quad (3.41)$$

$$\tau_0 = (420 + 320/\mu^2)(100 s_B / d)^2, \quad (3.42)$$

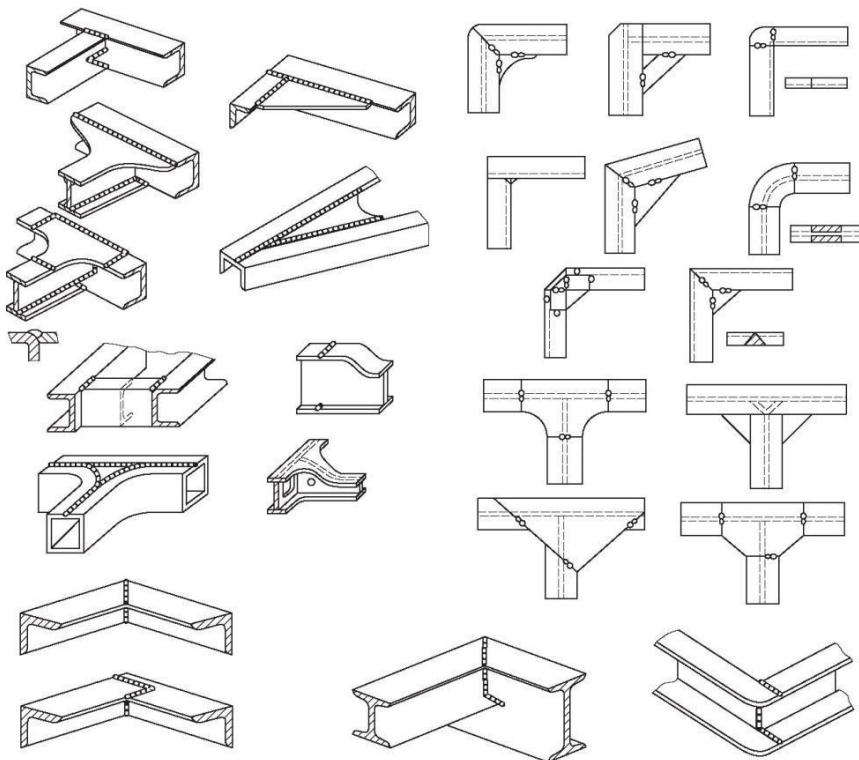
бұл жерде h_B — жағының қысқасының ұзындығы; μ — ұзын жағының (а немесе h_B) қысқасына қатынасы.

V коэффициенті баламалы кернеуге тәуелді:

$\sigma/[\sigma]_p$	0,66	0,75	0,90	1,00
V	1,00	0,92	0,70	0,50

Келтірілген қатынаста:

$$\sigma_1 = 0,5 [(\frac{2}{3}\sigma)^2 + 3\tau^2]^{0,5} \leq [\sigma]_p. \quad (3.43)$$



3.12-ші сурет. Өртүрлі профильдегі арқалықтарды жалғау.

Қаттылық қабырғаларының қалыңдығы $s_3 > b/12$, ені $b_p \geq h_b/30 + 40$ мм.

Иілмелі кезең ықпалымен жұмыс істейтін, дәнекерленген алюминий арқалықтардың жалпы төзімділігін, келесі формула бойынша тексереді:

$$M/W\varphi_6 \leq [\sigma]_p. \quad (3.44)$$

Коэффициент

$$\varphi_6 = \psi(J_y/J_x)(h/I)^2, \quad (3.45)$$

бұл жерде J_x және J_y — арқалық қимасы инерциясының негізгі кезеңдері; h — арқалық биіктігі; I — арқалық ұзындығы және немесе оның қысылған белдігінің көлденең бетіндегі бекітпелер арасындағы қашықтық.

ψ коэффициентін, келесі формула бойынша анықталатын α параметріне тәуелді 3.2-ші кесте бойынша қабылдайды

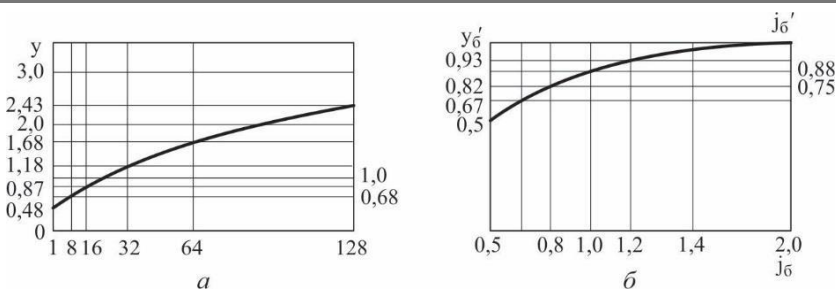
$$\alpha = 1,54(J_x/J_y)(h/I)^2. \quad (3.46)$$

3.2-ші кесте бойынша алынған АМг6 қорытпасы бұйымдары үшін, ψ мәнін (3.45) формуласына қояр алдында 1,96 көбейтеді.

Тұрақтылықты тексерер алдында төмендегідей істейді. h/I қатынасын ұсынады; (3.46) формуласы бойынша α параметрін анықтайды; 3.13 а, суретінде келтірілген график бойынша, ψ коэффициентін табады, одан кейін (3.45) формуласы бойынша φ_6 коэффициентін анықтайды.

Егер, $\varphi_6 > 0,67$ болса, онда оның орнына 3.13, б суретінде келтірілген графикті пайдалана отырып φ_6 коэффициентін қабылдау қажет.

Техникалық шарттарға сәйкес, пластикалық деформацияларды есепке ала отырып, төзімділік есептемелері негізінде болат арқалықтарды жобалауға рұқсат етіледі. Бұған $\sigma_t < 0,8 \sigma_b$ болатын болаттарды қолданғанда рұқсат етіледі, бұл жерде σ_b — төзімділік шегі (уақыт кедергісі), сонымен қатар соққылық және шамалары бойынша айтарлықтай ауыспалы жүктемелер болмаған жағдайда. Сонымен бірге, пластикалық деформациялар әдісі бойынша анықталатын жүктемелер, $0,6 P_{раз}$ аспауы қажет, бұл жерде $P_{раз}$ — бұзушы жүктеме.



3.13 сурет. $\Psi = f(\alpha)$ (а) и $\varphi_6 = f(\varphi_6')$ (б) функциясының графикасы

Созылу жағдайындағы пластикалық деформациялар ескерілген шекті күш

$$P_{pac} = \sigma_T F$$

иілген жағдайда

$$M_{nl} = 2S\sigma_T, \quad (3.47)$$

бұл жерде S — көлденең қиманың ауырлық ортасы арқылы өтетін өзегіне қатысты аумағының жартысының статикалық кезеңі.

M_x және M_y кезеңдері болған жағдайда келесі шарт сақталуы қажет

$$M_x/M_{nlx} + M_y/M_{nly} \leq 1, \quad (3.48)$$

бұл жерде $M_{nlx} = 2S_x\sigma_T$, $M_{nly} = 2S_y\sigma_T$.

Іілгіш арқалықтың көтеру қабілеті $M_{доп} = 2S[\sigma]_p$ көрінісі негізіндегі пластикалық деформация әдісі бойынша анықталады. Есептеуге енгізілетін $2S$ шамасы $1,2W$ аспауы қажет. Екі таврлар және швеллерлердің прокаттық профильдеріне арналған $2S = 1,2W$.

Пластикалық деформацияларды сонымен қатар, статикалық анықталмайтын жүйелердегі есептеу күштерін анықтау барысында ескереді. Егер, кесілмеген арқалықтың аралықтарының ұзындығы, өзара тең болса немесе 20 % артық емес мәнге айрықша болса, онда M есептеу мәнін, тірек пен аралықтағы кезеңдерді теңестіру шартынан табады.

Шеттері бос кесілмеген арқалықтарда, есептеу кезеңі $M_1/(1 + u/1)$ және $0,5M_2$ екі шамасының мәндерінің үлкеніне тең, бұл жерде M_1 және M_2 — ұштарында шарнирлік тіректері бар бір аралықты арқалықтар үшін есептелінген шеткі және аралық аралықтардағы иілу кезеңдерінің үлкендері болып табылады; u — M_1 кезеңі әрекет ететін қимадан шеткі тірекке дейінгі қашықтық; 1 — шеткі аралықтың ұзындығы.

Ұштары қысылған бір аралықты және кесілмеген арқалықтарда $M_{есеп} = 0,5M$, бұл жерде M — екі тіреуде бос жатқан арқалыққа арналған кезеңдердің ең үлкені.

Бір ұшы қысылған, ал екінші ұшы бос жатқан арқалықта, есептеуді кесілмеген арқалықтың шеткі аралығындағыдай жүргізеді.

Пластикалық деформацияларды келесі ұсынылған жағдайларда статикалық жүктемелерде жұмыс істейтін, $S 60/45$ жоғары емес сыныпты болаттардан жасалынған конструкцияларда ескереді:

b/s қатынасы $10 [21/(0,9\sigma_T)]^{0,5}$ артық емес, бұл жерде b — көлденең табқтың салбырауы ені; σ_T — ағымдылық шегі, кгс/мм²;

тек тік қаттылық қабырғалары болған жағдайдағы b_B/s_B қатынасы 70 $[21/(0,9\sigma_T)^{0,5}]$ аспайды, бұл жерде b_θ — тік қаттылық қабырғасының ені; жанама кернеу $\tau = 0,3-0,9\sigma_T = 0,27\sigma_T$;

арқалықтың ортақ төзімділігі қамтамасыз етілуі қажет.

Арқалықты есептеу мысалы. Аралықтың ортасындағы жоғарғы белдікке салынған, шоғырланған жүктеме жағдайындағы аралықтағы бекітусіз симметриялық және симметриялық емес екі таврлы арқалықтардың көтеру қабілеттерін салыстырамыз. Арқалық аралығы 12 м, материалы — Ст. 3 болаты

Симметриялық қима (3.14-ші суретті қараңыз). Қиманың негізгі сипаттамалары:

$$F = 2 \cdot 40 \cdot 1,6 + 120 \cdot 0,8 = 224 \text{ см}^2;$$

$$J_x = (\delta h_0^3/12) + 2b\delta j(h/2 + \delta_1/2)^2 = (0,8 \cdot 120^3)/12 + 2 \cdot 40 \cdot 1,6(120/2 + 1,6/2)^2 = 588\,370 \text{ см}^4 \approx 588\,000 \text{ см}^4;$$

$$J_y = (2\delta_1 b^3)/12 = (2 \cdot 1,6 \cdot 40^3)/12 = 17\,100 \text{ см}^4.$$

Кесте деректерін пайдалана отырып аламыз:

$$a = 8 [\delta_1 / (bh)]^2 [1 + 0,5h\delta^2 / (b\delta_1^3)] = 8 [1200 \cdot 1,6 / (40 \cdot 123,2)]^2 [1 + 0,5 \cdot 123,2 \cdot 0,8^3 / (40 \cdot 1,6^3)] = 1,49;$$

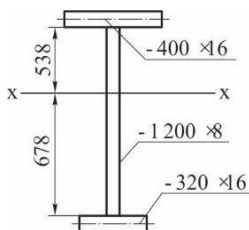
$$\psi = 1,85 \text{ (3.2-ші кесте бойынша);}$$

$$\phi_6 = (\psi J_y / J_x)(h/1)^2 \cdot 10^3 = (1,85 \cdot 17\,100 / 588\,000) \cdot (123,2/1\,200)^2 \cdot 10^3 = 0,569 < 0,85;$$

$$W_x = J_x / (h_0/2 + 2\delta_1/2) = 588\,000 / (120/2 + 2 \cdot 1,6/2) = 9\,551 \text{ см}^3;$$

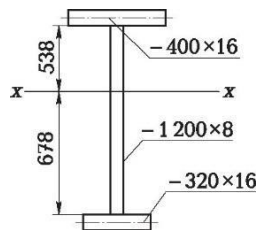
$$M_x = \phi_6 W_x \chi = 0,569 \cdot 9\,551 \cdot 2,1 = 114 \text{ тс·м},$$

бұл жерде χ — жүктеменің динамикалық коэффициенті.



3.14-ші сурет. Есептеліп отырған арқалықтың симметриялық қимасы

3.15-ші сурет. Сол аумақтың симметриялық емес қимасы



Сол аумақтың симметриялық емес қимасы(3.15-ші сурет). Аталмыш қима үшін:

$$F = 96 + 48 \cdot 1,6 + 32 \cdot 1,6 = 96 + 76,8 + 51,2 = 224 \text{ см}^2;$$

$$y = (76,8 - 51,2) \cdot 60,8 / 224 = 6,95 \approx 7 \text{ см};$$

$$J_x = 588\,000 - 224 \cdot 6,95^2 = 577\,000 \text{ см}^4;$$

$$WJ^{b.n} = 577\,000 / 54,6 = 10\,550 \text{ см}^3;$$

$$J_y = 1,6 \cdot 48^3 / 12 + 1,6 \cdot 32^3 / 12 = 14\,750 + 4\,370 = 19\,120 \text{ см}^4;$$

$$n = 14\,750 / 19\,120 = 0,77;$$

$$\gamma = 1,2 + 0,1(0,32/0,48) = 1,267; J_K = (1,267/3) \cdot 390 = 165 \text{ см}^4;$$

$$\beta_y = [0,43 - 0,065 \cdot (48/121,6)^2] \cdot (2 \cdot 0,77 - 1) \cdot 121,6 = 28 \text{ см};$$

$$c^2 = [(14\,750 \cdot 4\,370 / 19\,120) \cdot 121,6^2 + 0,04 \cdot 165 \cdot 1\,200^2] / 19\,120 = 3\,100 \text{ см}^2;$$

$$0,5y_p + \beta_y = 28 - 0,5 \cdot 54,6 = 0,7 \text{ см} \approx 0;$$

$$\varphi_6 = [(8,4 \cdot 1,35 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 19\,120 \cdot 53,8 / 577\,000 \cdot 1\,200^2 \cdot 2\,100)] \cdot [(0,7^2 + 3\,100)^{0,5} + 0,7] = 0,794;$$

$$\varphi_{6.n} = 0,794 \cdot (67,8/53,8) = 1 > 0,85;$$

$$\varphi''_6 = 0,794[0,77 \cdot 0,794/0,794 + (0,23 \cdot 0,904)/1] = 0,777;$$

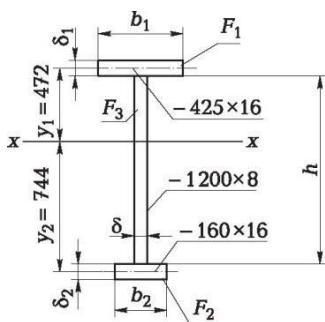
$$M_x = 0,777 \cdot 10\,550 \cdot 2,1 = 172 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

Сол аумақтың симметриялық емес қимасы (3.16-шы сурет). Аталмыш қима үшін:

$$F_\Sigma = F_1 + F_2 + F_3 = 42,5 \cdot 1,6 + 16 \cdot 1,6 + 120 \cdot 0,8 = 189,6 \text{ см}^2;$$

$$y = [(F_1 - F_2) / F_\Sigma] \cdot (h/2 + 8j/2) = [(68 - 25,6) / 189,6] \cdot 60,8 = 13,6 \text{ см};$$

$$J_x = \delta h^3 / 12 + F_3 y^2 + F_{jy}^2 + F_2 y^2 = 115\,200 + 96 \cdot 13,6^2 + 68 \cdot 47,2^2 + 25,6 \cdot 74,4^2 = 426\,000 \text{ см}^4;$$



3.16-шы сурет.

Сол көтеру қабілеті бар имметриялық емес қима

$$W_x^{B.II} = J_x / (y_1 + \delta_1 / 2) = 426\,000 / 48 = 8\,875 \text{ см}^3;$$

$$J_y = (\delta_1 b_1^3) / 12 + (\delta b_2^3) / 12 = (1,6 \cdot 42,5^3 / 12 + 1,6 \cdot 16^3 / 12) = 10\,235 + 546 = 10\,781 \text{ см}^4;$$

$$n = 10235 / 10781 = 0,95;$$

$$\gamma = 1,2 + 0,1 \cdot 0,16 / 0,426 = 1,238;$$

$$J_k = 1,238 (58,5 \cdot 1,6^3 + 120 \cdot 0,8^3) / 3 = 124 \text{ см}^4;$$

$$\beta_y = [0,43 - 0,065 \cdot (42,5 / 121,6)^2] (2 \cdot 0,95 - 1) \cdot 121,6 = 46,2 \text{ см};$$

$$0,5y_p + \beta_y = 46,2 - 24,0 = 22,2 \text{ см};$$

$$c^2 = [(10\,250 \cdot 550 / 10\,800) \cdot 121,6^2 + 0,04 \cdot 124 \cdot 1200^2] / 10\,800 = 1\,375 \text{ см}^2;$$

3.4-ші кесте. 12м аралық ұзындығындағы нұсқаларды салыстыруға арналған деректер

Қима	Көлемдері	Аумағы,		$M_{шк}$	
		см ²	%	тс+м	%
Симметриялық	2 — 400 x 16; 1200 x 8	224	100	114	100
Сондай аумақты симметриялық емес	480 x 16; 1 200 x 8; 320 x 16	224	100	172	151
Сондай көтеру қабілеті бар симметриялық емес	425 x 16; 1 200 x 8; 160 x 16	189,6	85	114	100

3.5-ші кесте. 6м аралық ұзындығындағы нұсқаларды салыстыруға

Қима	Көлемдері	Аумағы,		$M_{\text{шек}}$	
		см ²	%	тс+ м	%
Симметриялық	2 — 200 x 26; 600 x 8	128	100	51,3	100
Сондай аумақты симметриялық емес	225 x 20; 600 x 8; 175 x 20	128	100	55,3	107
Сондай көтеру қабілеті бар симметриялық емес	210 x 20; 600 x 8; 160 x 20	122	85	51,3	100

$$j_g = [8,4 - 1,35 - 2,1 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 800 - 47,2 / (426 \cdot 000 - 1 \cdot 200^2 - 2 \cdot 1 \cdot 00)] [(22,2^2 + 1 \cdot 375)^{0,5} + 22,2] = 0,617;$$

$$j_{6-H} = 0,617 \cdot (744/472) = 0,972 > 0,85;$$

$$9s_{-H} = 0,89 + 0,014 \cdot (0,022/0,05) = 0,896;$$

$$j_g = 0,617 \cdot (0,95 + 0,05 \cdot 0,896/0,972) = 0,615;$$

$$M_x = 0,615 - 8 \cdot 880 - 2 \cdot 100 = 114 \text{ тс-м.}$$

Нұсқаларды салыстыруға арналған деректер 3.4-ші кестеде келтірілген.

Аралықты қысқартумен бірге симметриялық емес қималарды қолданудан металды үнемдеу төмендейді. Аралықтың 6 метрлік ұзындығындағы нұсқаларды салыстыруға арналған деректер 3.5-ші кестеде келтірілген.

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Әртүрлі дәнекерлеу арқалықтарының нұсқалары мен сызбалары жиынтығы.

2. Сипаттамалар, сызбалар, сызбанұсқалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімін оқу.

2. Оқытушыдан дәнекерлеу арқалығының үлгісін алу.
3. Дәнекерлеу арқалығының жүктелуі сызбасын сызу.
4. Арқалықты есептеу сызбасын таңдау.
5. Дәнекерлеу арқалығының беріктікке, төзімділікке және иілуге есептелуін орындау.

№ 3 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыс орындаған күн _____

Дәнекерлеу арқалығы сызбасы

Дәнекерлеу арқалығының жүктелуі сызбасы

Арқалықтың беріктігін, төзімділігін және иілуін есептеу

Жұмыс бойынша қорытындылар _____

Оқушының қолтаңбасы _____

Оқытушының қорытындысы _____

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Арқалықтарды жобалауға қандай негізгі талаптар қойылады?
2. Арқалықтың қимасы көлемін таңдау қалай жүзеге асырылады?
3. Арқалықтың биіктігін қандай сызба бойынша анықтайды?
4. Арқалықтың қимаға төзімділігі қалай тексеріледі?
5. Арқалықтың жергілікті тұрақтылығы қандай шарттар анықтайды?
6. Арқалықтың қабырғасының жергілікті тұрақтылығы қандай тәсілдермен қамтамасыз етіледі?
7. Арқалықтың қаттылық тірек қабырғалары не үшін қажет?
8. Арқалықтың белдік жіктерінің төзімділігі шарттарын жасаңыз?
9. Арқалықтың тірек бөлшектерін жобалау қалай жүзеге асырылады?
10. Қорапты қима арқалығының жұмысының сызбасы қандай?
11. Қорапты арқалықтың қимасы көлемдерін анықтау әдістерінің негізгі принциптерін атаңыз.

КРАН АСТЫ АРҚАЛЫҚТАРЫ

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Кран асты арқалығына ықпал ететін жүктемелер. Краннан келетін жүктемелердің ықпалы сызбасы 4.1-ші суретте келтірілген. Нормативтік кран жүктемелері мәндері, крандарға арналған тиісті стандарттарда келтірілген.

Арқалыққа арналған есептік жүктеме, бір-бірлеріне жақын орналасқан екі бірдей крандардан келетін жүктеме болып табылады, катоктарының қысымдары әртүрлі болатын крандарға арналған ортақ есептеулер сызбалары бір типті болып таңдалады (қос кранға да қысым күші оң жағынан, немесе сол жағынан артық болады).

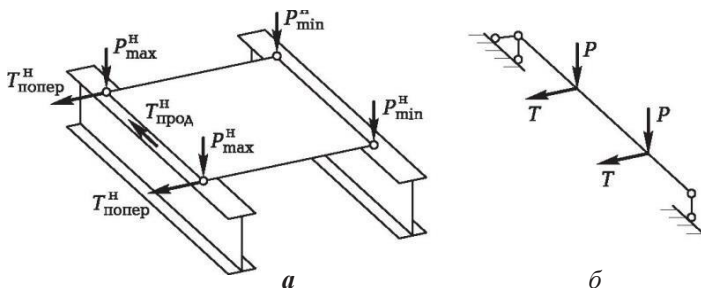
Краннан арқалыққа түсетін жүктемені анықтау барысында келесі есептеу формулаларын пайдаланады:

$P = 1,1nP_{\max}^H$ — тұрақтылықты тексерген кездегі σ және τ анықтау үшін;

$P = nP_{\max}^H$ — жалпы төзімділікті, қабырғаның төзімділігін тексерген кезде σ және τ анықтау үшін, сонымен қатар σ_{μ} жергілікті мыжылу кернеуін және колоннаға түсетін қысым күшін анықтау үшін;

$P = P_{\max}^H$ — иілуді анықтау үшін;

$T_{\text{көлд}}^H = (Q + G)/(20k)$ — икемді аспасы бар крандарға арналған;



4.1-ші сурет. Кранның кран асты арқалыққа жүктемесі (а) арқалықтың есептік сызбасы (б).

$T = n T_{\text{көлд}}^{\text{н}}$ — төзімділікті есептеу үшін;

$T = T_{\text{көлд}}^{\text{н}}$ — иілуді анықтау үшін;

$T_{\text{ұзын}} = n T_{\text{ұзын}}^{\text{н}} = (n/20) \Sigma P_{\text{max}}^{\text{н}}$ — төзімділікті есептеу үшін.

Келтірілген формулаларда 1,1 — динамикалық коэффициенті; n — артық салмақ коэффициенті ($n = 1,3$ жүк көтерімділігі 5 т кем крандарға арналған; $n = 1,2$ жүк көтерімділігі 5 т және одан да жоғары крандарға арналған); $P^{\text{н}}$ және $T^{\text{н}}$ — нормативтік жүктемелер; G — кран арбасының салмағы; k — кранның бір қапталындағы катоктары саны; ΣP_{max} — кранның бір қапталында орналасқан, катоктардың қысымының ең үлкен нормативтік күштері сомасы.

Есептік күштер келесі формулалар бойынша анықталады:

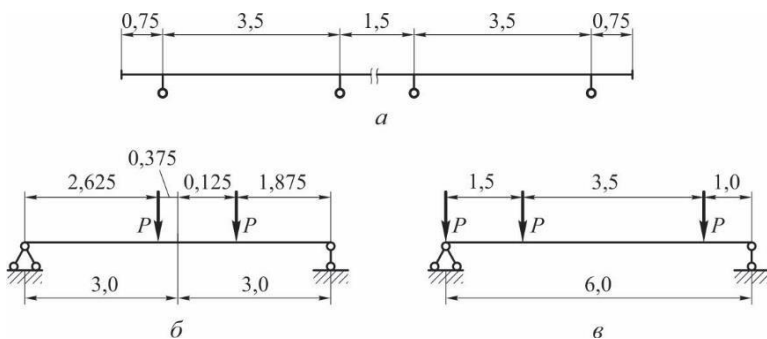
$$M_x = P \Sigma \eta_M; M_y = T \Sigma \eta_M;$$

$$Q = P \Sigma \eta_Q; Q_x = T \Sigma \eta_Q$$

бұл жерде η_M, η_Q — тиісінше кезеңдер мен көлденең күштердің ықпал ету коэффициенттері.

Кран асты арқалығын есептеу мысалдары. Тежегіш фермасыз кран асты арқалығын есептейміз. Арқалықтың аралығы ұзындығы $l=6$ м, кранның жүк көтерімділігі 5 т, кран көпірі аралығы ұзындығы 20 м. Кранның жұмыс тәртібі жеңіл. Арқалық дәнекерленген Ст.3 болаттан жасалынған. Электродтар типтері Э42 (электродтардың маркасы мен типтері метал жігіне рұқсат етілетін жүктемелер шамасын анықтайды).

МемСт 7464—80 бойынша $P_{\text{max}}^{\text{н}} = 8,7$ тс; $T_{\text{max}}^{\text{н}} = 0,18$ тс.



4.2-ші сурет. Екі кранның сызбасы (а), ең үлкен иілу кезеңіне арналған жүктеме сызбасы (б) және ең үлкен қиюшы күшті алуға арналған арқалықты жүктеу сызбасы (в)

Статикалық есептеу. Есептеу үшін 4.2-ші суретте келтірілген сызбаны пайдаланатын боламыз.

МемСт кестелері деректері бойынша $7464—80 \Sigma \eta_{M_{\max}} \approx 2,3$; $\Sigma \eta_{QM} \approx 0,875$ және $\Sigma \eta_{Q_{\max}} = 1,92$. Бұдан 4.1-ші кесте бойынша, артық жүктеме коэффициенті $n = 1,2$ қабылдап, келесіні аламыз:

$$P = 1,1nP_{\max}^u = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 8,7 = 11,5 \text{ тс};$$

$$T = nT_{\max}^u = 1,2 \cdot 0,18 = 0,216 \text{ тс};$$

$$M_x = P\Sigma \eta_{M_{\max}} = 11,5 \cdot 2,3 = 26,5 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$Q_M = P\Sigma \eta_{QM} = 11,5 \cdot 0,875 = 10,1 \text{ тс};$$

$$Q_{\max} = P\Sigma \eta_{Q_{\max}} = 11,5 \cdot 1,92 = 22,1 \text{ тс};$$

$$M_y = P\Sigma \eta_{M_{\max}} = 0,216 \cdot 2,3 = 0,50 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

4.1-ші кесте. N артық салмақ коэффициентінің жүктеме түріне тәуелділігі

Жүктеме түрі	n
Конструкцияның өз салмағы	1,1 (0,9)
Оқшаулаушы материалдар, төгінділер, тұтастырғыш, тегістеуші қабат және т.б. салмағы.	1,2 (0,9)
Үйілмелі топырақтың салмағы	1,3 (0,8)
Қар жүктемесі	1,4
Өнеркәсіптік ғимараттар мен құрылыстар конструкцияларына түсетін жел жүктемесі	1,2
Жел жүктемесі шешуші мәнге ие, биік құрылыстардағы жел жүктемесі	1,3
5 т-ға дейінгі	1,3
5 т –дан жоғары жүк көтерімділіктері бар крандардағы кран жүктемесі	1,2

Е с к е р т у . Жақша ішінде көрсетілген артық салмақ түсудің төмен мәндері, салмақтың төмендеуі конструкцияның сенімділігін төмендететін жағдайларда қабылданады (теріс реакцияларды ұлғайту, үймелі анкерлердің көтеру қабілеттерінің кему және т.б.).

Арқалықтың өзінің салмағының ықпалын есептеу үшін, кесу күші үшін 1,02 және 1,03 кезеңі үшін $l = 6$ тең коэффициенттерді енгіземіз. Сонда

$$M_x = 1,03 \cdot 26,5 = 27,3 \text{ т} \cdot \text{с} \cdot \text{м} = 27,3 \cdot 10^5 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

$$M_y = 0,50 \text{ тс} \cdot \text{м}; Q_M = 1,02 \cdot 10,1 = 10,3 \text{ тс}; Q_{\max} = 1,02 \cdot 22,1 = 22,6 \text{ тс}.$$

Қиықты таңдау. Ең төменгі биіктік келесі ұсынылған формула бойынша $(f/l)_{\text{пред}} = 1/600$ жағдайында анықталады

$$h_{\min} = Rl / (fn/l) \cdot 10^7,$$

бұл жерде R — есептік кедергі.

Ст.3 $R = 2 \text{ 100 кгс/см}^2$ болаты үшін, онда

$$h_{\min} = 2 \text{ 100} \cdot 600 / (1,2/600) \cdot 10^7 = 63 \text{ см} = 630 \text{ мм} \text{ болады.}$$

Арқалықтың оңтайлы биіктігі $h_{\text{онт}} = 1,3(W_{\text{тр}}/\delta_{\text{СТ}})^{0,5}$.

$\phi_6 = 0,7$ қабылдап, жоғарғы белдікке (талшыққа) арналған төмендегіге ие боламыз

$$W_{\text{тр}} = M_x / (R\phi_6) = 2 \text{ 730 000} / (2 \text{ 100} \cdot 0,7) = 1 \text{ 860 см}^3.$$

$\delta_{\text{СТ}} = 0,6$ см қабырғасының қалыңдығын қабылдап, төмендегіні аламыз

$$h_{\text{онт}} = 1,3(1 \text{ 860}/0,6)^{0,5} = 72 \text{ см} = 720 \text{ мм}.$$

$h_{\text{СТ}} = 65$ см таңдаймыз. сонда

$$J_{\text{СТ}} = (S_{\text{СТ}} h_{\text{СТ}}^3) / 12 = 0,6 \cdot 65^3 / 12 = 13 \text{ 731 см}^4 \approx 13 \text{ 700 см}^4;$$

$$J_6 = W_{\text{В-П}} h_{\text{СТ}} / 2 = 1 \text{ 860} \cdot 65 / 2 = 60 \text{ 450 см}^3 \approx 60 \text{ 500 см}^3.$$

Жоғарғы белдіктің аумағы

$$F_{\text{жб}} = (J_6 - J_{\text{СТ}}) / [2(0,5h_{\text{СТ}})^2] = (60 \text{ 500} - 13 \text{ 700}) / (2 \cdot 32,5^2) = 22,1 \text{ см}^2.$$

Төменгі белдікке арналған

$$W_{\text{тб}} = M_x / R = 2 \text{ 730 000} / 2 \text{ 100} = 1300 \text{ см}^3;$$

$$J_6 = W_{\text{тб}} h_{\text{СТ}} / 2 = 1 \text{ 300} \cdot 65 / 2 = 42 \text{ 250 см}^4 \approx 42 \text{ 300 см}^4;$$

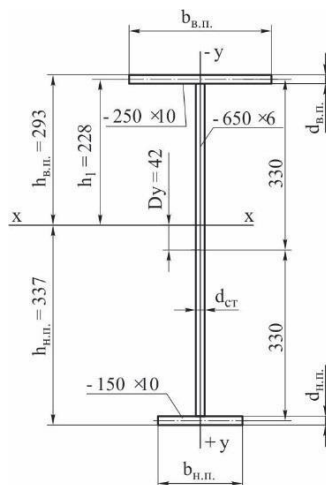
$$F_{\text{тб}} = (J_6 - J_{\text{СТ}}) / [2(0,5h_{\text{СТ}})^2] = (42 \text{ 300} - 13 \text{ 700}) / (2 \cdot 32,5^2) = 13,5 \text{ см}^2.$$

4.3-ші суретте көрсетілген арқалықтың қимасын қабылдаймыз: жоғарғы белдігі 250 x 10 мм, төменгі белдігі 150x10 мм, қабырғасы 650 x 6 мм. Бұдан келесіні аламыз:

$$F = F_{\text{жб}} + F_{\text{тб}} + F_{\text{СТ}} = 25 \cdot 1 + 15 \cdot 1 + 65 \cdot 0,6 = 25 + 15 + 39 = 79 \text{ см}^2;$$

$$\Delta y = [(F_{\text{жб}} - F_{\text{СТ}})(h_{\text{СТ}}/2 + \delta_{\text{жб}}/2)] / F = (25 - 15) \cdot 33/79 = 4,2 \text{ см};$$

4.3-ші сурет. Есептелінетін арқалықтың қабылданған қимасы



$$J_x = J_{ct} + [(F_{жб} + F_{ct})(h_{ct}/2 + 8_{вп}/2)]^2 - F \Delta y^2 = 13700 + (25 + 15) \cdot 33^2 - 79 \cdot 4,2^2 = 55\,900 \text{ см}^4;$$

$$J_y = J_{вжб} + J_{тб} = (\delta_{жб} b_{жб}^3)/12 + (\delta_{тб} \cdot n b_{тб}^3)/12 = (1 \cdot 25^3)/12 + (1 \cdot 15^3)/12 = 1\,300 + 282 = 1\,584 \text{ см}^4;$$

$$W_{xжб} = J_x / h_{жб} = 55\,900 / 29,3 = 1\,907 \text{ см}^3;$$

$$W_{yжб} = J_{жб} / (0,5 b_{жб}) = 1\,300 / 12,5 = 104 \text{ см}^3;$$

$$W_{хтб} = J_x / h_{тб} = 55\,900 / 37,7 = 1\,483 \text{ см}^3.$$

Жоғарғы белдіктің статикалық кезеңі

$$S_{xжб}^* = F_{жб}(h_{жб} - 0,5) = 25(29,3 - 0,5) = 720 \text{ см}^3.$$

Бейтарап өзектен жоғары орналасқан қима бөлігінің статикалық кезеңі:

$$S_x = S_{xжб}^* + S_{ct}^* = 720 + 0,6(29,3 - 0,5)^2/2 = 969 \text{ см}^3.$$

Төзімділікті тексеру. Жоғарғы белдіктегі кернеу

$$\sigma_{жб} = M_x / W_{xжб} + M_y / W_{yжб} = 2\,730\,000 / 1\,908 + 50\,000 / 104 = 1\,430 + 480 = 1\,910 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Төменгі белдіктегі кернеу

$$\sigma_{тб} = M_x / W_{хтб} = 2\,730\,000 / 1\,480 = 1\,840 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Тіреудегі жанаспа кернеулер

$$\tau = Q_{\max} S_x / (J_x \delta_{CT}) = 22\,600 \cdot 970 / (55\,900 \cdot 0,6) = \\ = 655 \text{ кгс/см}^2 < 1\,300 \text{ кгс/см}^2.$$

Ең үлкен қалыпты кернеулер аймағындағы орташа жанаспа кернеулер

$$t = Q_M / (h_{CT} \delta_{CT}) = 10\,300 / (65 \cdot 0,6) = 265 \text{ кгс/см}^2 = 265R / 2\,100 = \\ = 0,13R < 0,4R.$$

Тиісінше, қалыпты және жанаспа кернеулердің ықпалдарын есепке алатырып, төзімділікті қосымша тексеруді жасаудың қажеті жоқ.

Келесі формула бойынша анықталатын, қабырғаның жергілікті мыжылуы кернеуін тексеруді орында

$$\sigma_\mu = mP^H / (\delta_{CT} z),$$

бұл жерде $z = 3,25 (J_n / \delta_{CT})^{1/3}$, $J_n = J_{жб} + J_{рельс}$.

Жүк көтерімділігі 5 т болатын кран үшін $J_{рельс} = 1\,220 \text{ см}^4$ Р-38 рельстері қолданылады. Бұдан

$$J'_n = 25 \cdot 1^3 / 12 + 1\,220 \approx 1\,223 \text{ см}^4;$$

$$z = 3,25 \cdot (1\,223 / 0,6)^{1/3} = 41 \text{ см};$$

$$= 1,1 \cdot 1,2 \cdot 8\,700 / (0,6 \cdot 41) = 470 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Жалпы төзімділікті тексеру. Арқалықтың төзімділігін тексеру үшін баянқайтамыз.

Симметриялық қима үшін

$$\varphi_6 = [8,4 \zeta E J_y h_1 / J_x J / R] [((0,5y_p + \beta_y)^2 + c^2)^{0,5} + (0,5y_p + \beta_y)].$$

4.2-ші кестенің деректері бойынша $\zeta = 1,35$, онда

$$\beta_y = [0,43 - 0,065(b_{жб}/h)^2](2n - 1)h,$$

бұл жерде $n = J_{жб} / J_7 = 1\,300 / 1\,582 = 0,82$; $h = h_{CT} + \delta_{жб}/2 + \delta_{тб}/2 = 65 + 0,5 + 0,5 = 66 \text{ см}$; $h_1 = 29,3 - 0,5 = 28,5 \text{ см}$.

Бұдан $\beta_y = [0,43 - 0,065(25/66)^2](2 \cdot 0,82 - 1) \cdot 66 = 17,9 \text{ см}$. Жоғарғы белдіктен бейтарап білікке дейінгі арақашықтық $y_p = h_b = -29,3 \text{ см}$. Онда

$$0,5y_p + \beta_y = -0,5 \cdot 29,3 + 17,9 = 3,25 \text{ см};$$

$$J_k = \gamma \Sigma b \delta^2 / 3 = 1,26 \cdot (25 \cdot 1^3 + 15 \cdot 1^3 + 65 \cdot 0,6^3) / 3 = 22,6 \text{ см}^4;$$

4.2-ші кесте. ζ коэффициентінің жүктеме типіне тәуелділігі	
Жүктеме типі	ζ
Таза иілу	1,00
Біркелкі бөлінген жүктеме	1,12
Аралықтың ортасындағы шоғырландырылған жүктеме	1,35
Арқалықтың бір ұшындағы кезең	1,75

$$c^2 = [(J_{жб} \cdot J_{th} h^2 / J_y) + 0,04 J_K l^2] / J_y = [(1\,300 \cdot 282 \cdot 66^2 / 1\,582) + 0,04 \cdot 22,6 \cdot 600^2] / 1\,582 = 840 \text{ см}^2.$$

Нәтижесінде келесіні аламыз

$$\varphi_0 = [8,4 \cdot 1,35 - 2,1 \cdot 10^6 \cdot 1\,582 \cdot 28,8 / (55\,900 \cdot 600^2 \cdot 2\,100)] [(3,25^2 + 840)^{0,5} + 3,25] = 0,83;$$

$$\sigma = M_x / (1,1 \varphi_0 W_{жб}) = 2\,730\,000 / (1,1 \cdot 0,83 \cdot 1\,908) = 1\,570 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Мұнда $M_x / 1,1$ — динамикалықтың коэффициентін ескерусіз кезең.

Арқалықтың төзімділігін тексеру. $h_{CT} / \delta_{CT} = 650 / 6 = 108 \gg 80$ болғандықтан, қаттылық қабырғаларының қабылданған орналасуларының дұрыстығын тексеру талап етіледі.

$$[(\sigma / \sigma_0 + \sigma_\mu / \sigma_{\mu 0})^2 + (\tau / \tau_0)^2]^{0,5} < 0,9 \text{ (анықтамалық деректер бойынша).}$$

Қабырғалар арасындағы қашықтық $a = 1,2 \text{ м}$ (4.4-ші сурет), бұл шекті $2h_{CT} = 2 \cdot 0,65 = 1,3 \text{ м}$ төмен.

Бірінші және үшінші бөліктер тексерілулері қажет (біріншісінде ең үлкен жанаспа кернеулер, ал екіншісінде – қалыптылары).

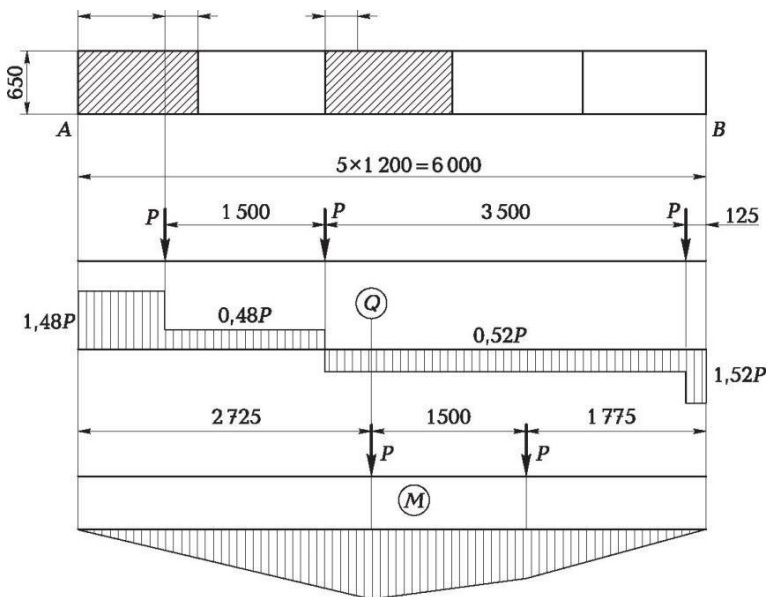
Бірінші бөлікте оң жақтан $h_{CT} / 2 = 650 / 2 = 325 \text{ мм}$ қалып келетін қималарға арналған иілу сәттерін анықтаймыз. 4.4-ші суретті қарастырылып отырған бөліктердің әрқайсысына арналған жүктемелердің ең тиімсіз қалпы көрсетілген.

Шеттен келетін есептік тік жүктемені динамикалық коэффициентін есепке алусыз анықтаймыз:

$$P = n_{\max}^{PH} = 1,2 \cdot 8,7 = 10,7 \text{ тс.}$$

Бірінші бөлік жүктемесі

$$A = P(5,125 + 3,625 + 0,125) / 6 = 1,48P = 1,48 \cdot 10,5 = 17,8 \text{ тс;}$$



4.4-ші сурет. Кран асты арқалығындағы қаттылық қабырғаларының орналасуы.

$$Q = 1,02A = 1,02 \cdot 17,8 = 18,2 \text{ тс};$$

$$M_x = 1,03A \cdot 0,875 = 1,03 \cdot 17,8 \cdot 0,875 = 16,1 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$\sigma = Mx h_{\text{жсб}} / Jx = 1610 \cdot 29,3 / 55900 = 0,84 \text{ тс/см}^2;$$

$$\sigma_{\mu} = 0,47 \text{ тс/см}^2;$$

$$\tau = Q / (\delta_{\text{ст}} h_{\text{ст}}) = 18,2 / (0,6 \cdot 65) = 0,47 \text{ тс/см}^2;$$

$$a/h_{\text{ст}} = 1,2/0,65 = 1,85 > 0,8.$$

$a/h_{\text{ст}} > 0,8$ болғандықтан және $\sigma_{\mu} \neq 0$, онда тексеруді екі рет жүргіземіз, ал σ_0 арналған формулада $h_0^{\text{есеп}} = 2y = 2 \cdot 28,3 = 56,6 \text{ см}$ болатын қабырғаның есептік биіктігін қабылдаймыз.

бірінші тексеру:

$$\sigma_0 = K_0 [100 \delta_{\text{ст}} / (2y)]^2 = 7,22 (100 \cdot 0,6 / 56,6)^2 = 8,08 \text{ тс/см}^2,$$

бұл жерде $K_0 = 7 + 0,27 \cdot 1,6/2 = 7,22$ (кестелік анықтамалықтар деректері бойынша анықталған);

$$\gamma = 2 \cdot 25 \cdot (1/0,6)^3 / 65 = 3,6;$$

$\sigma_{\mu 0} = K_1 [100 \delta_{\text{cr}} / (0,5a)]^2 = 3,92 (100 \cdot 0,6 / 0,5 \cdot 120)^2 = 3,92 \text{ тс/см}^2$,
 бұл жерде $K_1 = 3,75 + (0,215 \cdot 1,6) / 2 = 3,92$ келесі жағдайда $0,5a/h_0 = 0,5 \cdot 120 / 65 \approx 0,9$ және $\gamma = 3,6$;

$$\tau_0 = (1,25 + 0,95/\mu^2) \cdot (100 \delta_{\text{cr}}/d)^2 = (1,25 + 0,95/1,85^2) \cdot (100 \cdot 0,6/65)^2 = \\ = 1,3 \text{ тс/см}^2;$$

$$[(\sigma/\sigma_0 + \sigma_{\mu}/\sigma_{\mu 0})^2 + (\tau/\tau_0)^2]^{0,5} = [(0,84/8,08 + 0,47/3,92)^2 + \\ + (0,47/1,3)^2]^{0,5} = 0,43 < 0,9.$$

Келтірілген формулаларда α — көршілес қаттылық қабырғалары арасындағы қашықтық; γ — қысылған қабырғаның есептік шекарасынан бейтарап өзекке дейінгі арақашықтық, $\gamma = h_{\text{жб}} - \delta_{\text{жб}}$; h_0 — қабырғаның биіктігі; d — a және h_0 шамаларының кішісі.

Екінші тексеру:

$\sigma_0 = K_2 [100 \delta_{\text{cr}} / (2y)]^2 = 15,25 (100 \cdot 0,6 / 56,6)^2 = 15,7 \text{ тс/см}^2$, бұл
 жерде $K_2 = 15,52$, келесі жағдайда $a/h_0 \approx 1,8$;

$$\sigma_{\mu 0} = K_1 (100 \delta_{\text{cr}}/a)^2 = 8,63 (100 \cdot 0,6 / 120)^2 = 2,16 \text{ тс/см}^2,$$

бұл жерде $K_1 = 7,59 + 1,3 - 1,6/2 = 8,63$ келесі жағдайда $a/h_0 \approx 1,8$ және $\gamma = 3,6$;

$$\tau_0 = 1,3 \text{ тс/см}^2;$$

$$[(0,84/15,7 + 0,47/2,16)^2 + (0,47/1,3)^2]^{0,5} = 0,45 < 0,9.$$

Үшінші бөлік үшін:

$$A = P(1,775 + 3,275)/6 = 10,5 \cdot 0,832 = 8,7 \text{ тс};$$

$$Q = 1,02 \cdot 8,7 = 8,9 \text{ тс};$$

$$M_x = 1,03A \cdot 2,725 = 1,03 \cdot 8,7 \cdot 2,725 = 24,5 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$\sigma = 2450 \cdot 29,3 / 55\,900 = 1,29 \text{ тс/см}^2;$$

$$\sigma_{\tau} = 0,47 \text{ тс/см}^2; \tau = 8,9 / (0,6 \cdot 65) = 0,23 \text{ тс/см}^2.$$

Тексеру, бірінші бөлікке жасалғандай, екі рет жасалынуы қажет. Сыни кернеулер сондай болып қалады. Бірінші тексеру:

$$[(\sigma/\sigma_0 + \sigma_{\mu}/\sigma_{\mu 0})^2 + (\tau/\tau_0)^2]^{0,5} = [(1,29/8,08 + 0,47/3,92)^2 + \\ + (0,23/1,3)^2]^{0,5} = 0,33 < 0,9.$$

Екінші тексеру:

$$[(1,29/15,7 + 0,47/2,16)^2 + (0,23/1,3)^2]^{0,5} = 0,35 < 0,9.$$

Қаттылық қабырғаларының қимасын 65×6 мм қабылдаймыз.

Анықтамалықтардың деректері бойынша: $b_p = h_{ст}/30 + 40 = 650/30 + 40 \approx 65$ мм;

$$b_p/\delta_p = 65/6 \approx 11 < 15.$$

Белдік жіктерін тексеру. Қалыңдығы $h_{ж} = 6$ мм болатын белдік жіктері автоматпен ($P = 1$) жасалады.

Сонда

$$\tau_{ж} = [(Q_{\max} S_x^{жб}/J_x) + (n_1 P/z)^2]^{0,5} / (2\beta h_m) = [(22\ 600 \cdot 720/55\ 900)^2 + (1,1 \cdot 10\ 500/41)^2]^{0,5} / (2 \cdot 1 - 0,6) = 470 \text{ кгс/см}^2 < 1\ 500 \text{ кгс/см}^2.$$

Тірек қабырғаларын тексеру. Бүйіржақ тірек қабырғаларында 150×8 мм қима болады.

Бүйіржақтың мыжылуы кернеуі

$$\sigma_{см} = Q_{\max} / (b_p \delta_p) = 22\ 600 / (15 \cdot 0,8) = 1\ 900 \text{ кгс/см}^2 < 3\ 200 \text{ кгс/см}^2.$$

Тірек тіреуінің төзімділігін тексереміз:

$$F_{ст} = 15 - 0,8 + 15 - 0,6 = 21 \text{ см}^2;$$

$$J_x = 0,8 \cdot 15^3 / 12 = 225 \text{ см}^4; r_x = (225/21)^{0,5} = 3,26 \text{ см};$$

$$\gamma = 0,5 h_p / r_x = 65/3,26 = 20; \varphi = 0,97;$$

$$\sigma = 22\ 600 / (0,97 \cdot 21) = 1\ 110 \text{ кгс/см}^2 < 21\ 00 \text{ кгс/см}^2.$$

Бүйіржақтың қабырғаға бекітілу жіктерінің қалыңдығы $h_{ж} = 6$ мм, қолмен дәнекерлену. Жіктің есептік ұзындығы $l_{ж} = 65 - 1 = 64$ см. онда

$$\tau_{ш} = 22\ 600 / (2 \cdot 0,6 \cdot 64) = 300 \text{ кгс/см}^2 < 1\ 500 \text{ кгс/см}^2.$$

Имекті тексеру. Имекті анықтау үшін, динамикалығы коэффициентін ескерусіз, нормативтік тік жүктемеден пайда облатын, неғұрлым үлкен кернеулерді қабылдаймыз:

$$f/I = \sigma_{т6} 1 / (10^1 h_n \cdot 1,1) = 1\ 840 \cdot 600 / (10^7 \cdot 67 \cdot 1,2 \cdot 1,1) = 1/800 < 1/600.$$

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Өртүрлі кран асты арқалықтарының сызбалары жиынтығы.
2. Сипаттамалар, сызбалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімін оқу.
2. Оқытушыдан кран асты дәнекерленген арқалықтары нұсқаларын алу.
3. Жүктелген кран асты арқалығы сызбасын сызу.
4. Арқалықты есептеу сызбасын таңдау.
5. Дәнекерлеу арқылығына төзімділікке, тұрақтылыққа және иілуге есептеулерді орындау.

№ 4 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ жұмыс орындалған күн _____

Кран асты арқалығының сызбасы

Кран асты арқалығының жүктелген сызбасы

Арқалықтың төзімділікке, тұрақтылыққа және иілуге есептеулері

Арқалық қимасын таңдау

Жұмыс бойынша қорытындылар _____

Оқушының қолтаңбасы _____

Оқытушының қорытындысы _____

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Кран асты арқалыққа қандай жүктемелер түседі?
2. Кран асты арқалығын төзімділікке тексеру қалай орындалады?
3. Кран асты арқалығының иілуін анықтау үшін қандай жүктемелер есепке алынады?
4. Кран асты арқалының есептік жүктемелері қалай анықталады?
5. Арқалықтың белдік жіктерінің төзімділігі қалай тексеріледі?
6. Кран асты арқалығының тірек қабырғаларын тексеру тәртібі қандай?
7. Кран асты арқалығының иелуін анықтау тәртібі қандай?

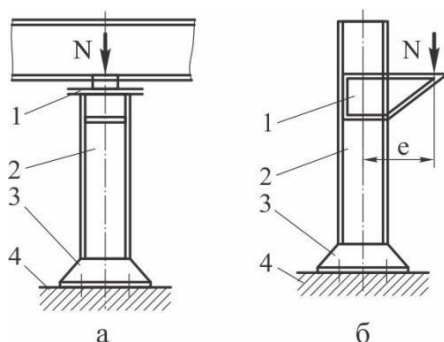
ОРТАЛЫҚҚА СЫҒЫМДАЛҒАН КОЛОННАЛАР

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Колонна деп жоғарыда орналасқан конструкциялардың (арқалықтар, фермалар және т.б.) жүктемелерін іргетасқа беретін тік элементті атайды.

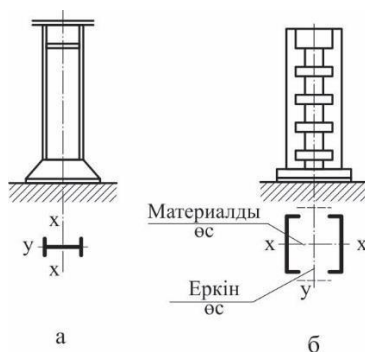
Колонналарда үш негізгі конструктивтік бөліктері болады (5.1-ші сурет): жоғарғы – 1 жүктемені қабылдайтын колоннаның басы; ортасындағы – 2 жүктемені көтеруші өзек; төменгі – 3 колоннаның қысымын 4 іргетасқа беретін база. Колонналар жүктелу сызбаларына байланысты **орталыққа сығымдалған, орталықтан тыс сығымдалған және сығымдалған-имек** болып бөлінеді. Орталыққа сығымдалған колонналарда жүктеме сырықтың өзегі бойынша немесе оған қатысты симметриялы түрде беріледі. Мұның салдарынан көлденең қималарда, жалғыз күш – N бойлық күші пайда болады.

Металдан жасалынған колонналарды, әдетте болаттан жасайды. Алюминий қорытпаларын сығымдалған элементтерде қолдану, E иілгіштігінің төмен модулі үшін тиімсіз.



5.1-ші сурет. Орталыққа сығымдалған(а) және орталықтан тыс сығымдалған (б) колонналардың негізгі конструктивтік бөлшектері:

1 — басы; 2 — өзек; 3 — база; 4 — іргетас



5.2-ші сурет. Колонналардың тұтас (а) және өтпелі (б) сырықтары

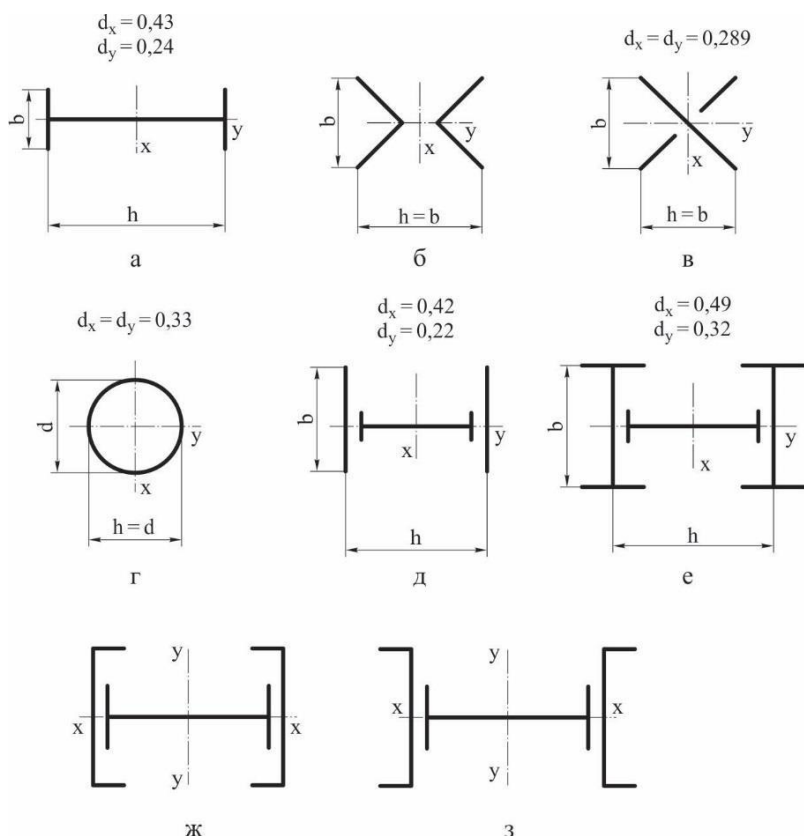
Осы себепті алюминий колонналарды ерекше жағдайларда ғана жобалайды: агрессивті орта болғанда және т.б. жағдайларда құрастырмалы-ағытпалы конструкциялар үшін.

Конструкциялық шешім бойынша колонналардың өзектері **тұтас** (5.2, а суреті) және **өтпелі** (5.2, б суреті) болып бөлінеді. Бірінші жағдайда қиманы қиып өтетін кем дегенде екі негізгі өзектері болады (материалдық өзектер деп аталатын), ал екінші жағдайда тіпті бір негізгі ортақ өзек қиманы қиып өтпейді (еркін өзек).

Жүктеменің мәніне және колоннаның биіктігіне байланысты, сырықтың көлденең қималарының әртүрлі типтері пайдаланылады. Сығымдауға арналған жұмыс тек ғана төзімділікті емес, сонымен қатар колонналардың тұрақтылықтарын да талап етеді. Сондықтан, өзектің қимасын таңдау барысында, материалды үнемдеу мақсатында, колоннаның негізгі беттердегі беріктіктің бірдейлігіне ұмтылады.

Тұтас орталыққа-сығымдалған колонналар 5.3-ші суретте бейнеленген қималарға ие болулары мүмкін. Ең кеңінен таралғаны үш прокаттық табактан тұратын екі таврлы колонналар болып табылады (5.3, а суреті). Олар метал шығындары бойынша жеткілікті үнемді және автоматтық дәнекерлеуді қолданудың арқасында дайындауды технологиялық.

Беріктіктігі бірдей және дайындалуы қарапайым, екі прокаттық бұрыштықтардан (5.3, б суреті) немесе үш табактан (5.3, в суреті) алынуы мүмкін, айқыш қима болып табылады. Бірақ, айқыш қималы колонналарда арқалықтарды бекіту қиынға түседі. Беріктігі бірдей және құбырлық колонналардың (5.3, г суреті) барлық бағыттар бойынша қаттылықтары бірдей болады. Олар метал шығыны бойынша үнемді, бірақ конструктивтік қолайсыздықтары және жоғары құны үшін сирек қолданылады.



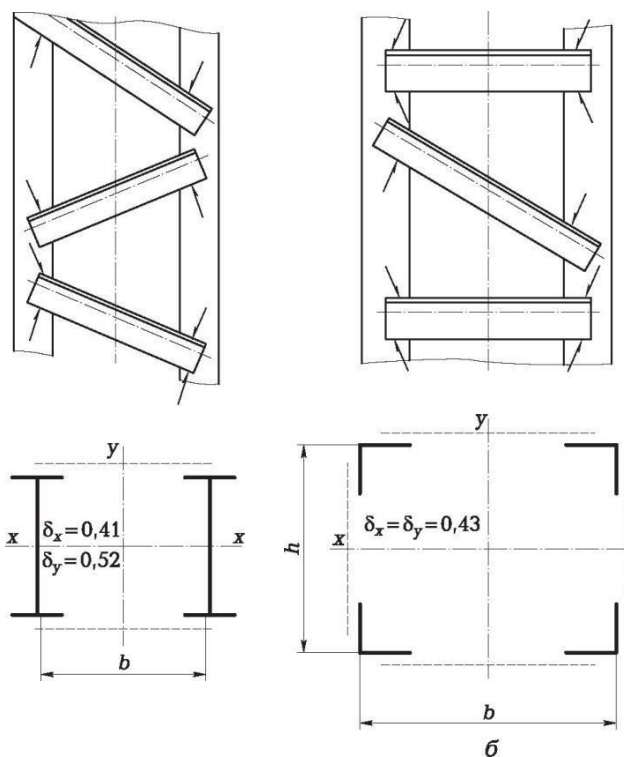
5.3-ші сурет. Орталыққа-сығымдалған колонналардың өзектері қималарының кең таралған типтері (а-з).

Өзектің қимасы, сөрелері ішке немесе сыртқа қарай қараған швеллерлермен жобалануы мүмкін. Швеллерлер сөрелері арасындағы шағын саңылаулы (100 мм-ден кем) бірінші сызба (5.3, ж суреті) автоматты дәнекерлеу үшін ұсыныла алмайды. Швеллерлердің сөрелері сыртқа қарап тұрған, екінші сызба бойынша алынатын ашық профильді өзекті (5.3, з суреті) дайындау көп еңбекті талап етпейді, y — y өзегі бойынша үлкен қаттылыққа ие, қимасы бірінші сызбаға қарағанда шағын болып шықпаса да, автоматты және қолмен дәнекерлеу үшін қол жетімді.

Колонналардың биіктіктері ұлғайған сайын, олардың көлденең қималарының көлемдері де ұлғая түседі және метал шығындары бойынша неғұрлым тиімдісі өтпелі колонналар болады. Өтпелі колоннаның өзегі, өзара тормен жалғанған екі және одан да көп салалардан тұрады. бірдей беріктікке салаларды талап етілетін қашықтыққа жылжыту арқылы қол жеткізіледі.

Неғұрлым кеңінен таралғаны екі салалы орталыққа-сығымдалған, швеллерлерден жасалынған (5.3, ж суретін қараңыз) немесе үлкен жүктемелер жағдайында екі таврдан жасалынатын колонналар. Швеллерлердің сөрелерін ішіне қарай қаратқан тиімді, өйткені бұл жағдайда тордың ені шағын болады.

Бұрыштамалардан жасалынған төрт салалы қималарды (5.4, б суреті), салалар қималарының шағын аумағында, өзектің айтарлықтай қаттылығын қамтамасыз ету қажет болатын әлсіз жүктемедегі биік колонналарда қолданады.



5.4-ші сурет. Өтпелі колонналар өзектері (а, б) және олардың көлденең қималары

Жалғастырушы планкалар түріндегі қиғаш емес торлы өтпелі колонналар қарапайым дайындалады. Бірақ, айтарлықтай жүктемелерде және қималардың габариттік көлемдерінде, мұндай конструкция планкалардың және салалардың өздерінің деформацияланулары салдарынан жеткіліксіз қатты болады.

Орталыққа-сығымдалған колонналарды есептеу және конструкциялау. Колонналарды есептеу, арқалықтардікі тәрізді, қиманы алдын-ала таңдаудан және оны қорытынды тексеруден тұрады. тұтас дәнекерлеу колоннасының өзегінің *қимасын алдын-ала таңдау* келесі тәртіпте жүргізіледі.

1. Есептік сығымдаушы жүктеме анықталады.

2. База мен төбенің болжалды конструкциясына байланысты колоннаның есептік сызбасын белгілейді.

3. Көлденең қиманың талап етілетін аймағы анықталады:

$$F_{TP} = P / \varphi R;$$

бұл жерде P — колоннадағы есептік бойлық күш; φ — бойлық иілу коэффициенті.

Бұл формуланы пайдалану, біреуін басқасыз көрсетуге болмайтын, F_{TP} және φ белгісіз шамаларының оғанкіруімен қиындап отыр. Бұл жағдайда, қиманы таңдауды бойлық иілудің $\varphi_0 = 0,7 \dots 0,9$ бастапқы мәні коэффициентін ұсына отырып, жүйелі түрде жақындау тәсілімен жүзеге асыруға туралы келеді.

4. Талап етілетін инерция радиустары табылады:

$$r_{TPx} = I_{0x} / \lambda_0; \quad r_{TPy} = I_{0y} / \lambda_y \quad (5.2)$$

бұл жерде I_{0x} және I_{0y} — негізгі беттердегі өзектің есептік (келтірілген) ұзындығы; λ_0 — φ_0 қабылданған мәніне сәйкес келетін өзектің иілгіштігі.

Олардың иілгіштіктерін анықтау үшін қажетті колонналардың немесе бағандардың есептік ұзындықтарын, келесі формула бойынша есептейді:

$$l_0 = \mu l, \quad (5.3)$$

бұл жерде μ — колонналардың (бағандардың) ұштарын бекіту шарттарына тәуелді есептік ұзындық коэффициенті, 5.1-ші кесте бойынша қабылданады; l — колоннаның немесе оның жекелеген учаскесінің ұзындығы.

Колоннаның жоғарғы ұшын бекіту төмендегідей қабылданады: топсалық — арқалықтарды үстінен тірегенде немесе арқалықтарды қапталдарынан икемді бекіту; бұрылыстан бекітілген — арқалықтарды колоннаға мықтап бекіткенде; қатты — арқалықтарды колоннаға мықтап бекіткенде.

5.1-ші кесте. Тұрақты қиманың орталыққа-сығымдалған өзектеріне арналған есептік ұзындығы коэффициенті мәні

Өзек ұшының бекітілуі		Есептік ұзындығы коэффициенті m	Колонна сызбасы
жоғарғы	төменгі		
Топсалы	Топсалы	1,0	
Топсалы	Қатты	0,7	
Қатты	Қатты	0,5	
Бекітілу жоқ	Қатты	2,0	

Колоннаның төменгі шығыршығының бекітілуі келесідей қабылданады: топсалы — фрезерленген бүйіржақты базамен және колонна базасының екі анкерлік бұрандамен бекітілуі жағдайында; қатты — колонна базасының төрттен кем емес бұрандамен бекітілуі жағдайында.

5. Инерция радиустарының қима конфигурациясынан шамалас тәуелділіктерін пайдалана отырып:

$$r_x = \delta_x h; r_y = \delta_y b, \quad (5.4)$$

қиманың талап етілетін биіктігі мен енін анықтайды:

$$h_{тр} = r_x^{тр}/\delta_x; b_{тр} = r_y^{тр}/\delta_y. \quad (5.5)$$

δ_x және δ_y коэффициенттерінің тұтас колонналардың бірқатар қималарына арналған мәндері 5.3, 5.4-ші суреттерде келтірілген.

6. Қиманың габариттік көлемдерін тағайындап, оны үйлестіруге өтеді. Екі таврлы қима үшін (5.5-ші сурет) тұрақтылықты қамтамасыз ету шарттарына және $A_{тр}$ талап етілетін аумағына байланысты, $\delta_{ст}$ қабырғаның және $\delta_{п}$ белдік табақтарының қалыңдығын таңдайды (шамамен арқалықтарға арналған шектерде болады).

r_y инерция радиусын ұлғайту үшін, шамамен 80 % белдіктердің үлесіне келетіндей етіп, қиманың жалпы аумағын бөлуге тырысу қажет болады:

$$F_n \approx 0,8 A_{тр}. \quad (5.6)$$

Онда қабырғаның қалыңдығы келесідей болуы қажет

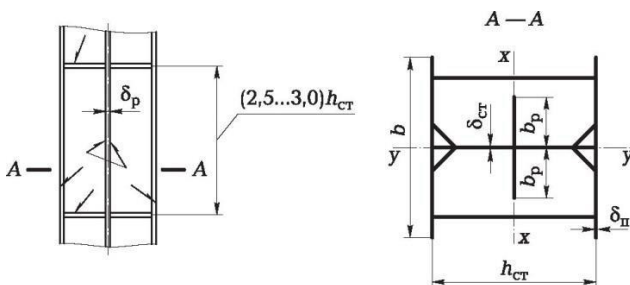
$$\delta_{ст} = F_{ст}/h_{ст} \approx 0,2 F_{тр}/h_{ст}. \quad (5.7)$$

Аса жұқа қабырға сыртқа шығып тұруы мүмкін, сондықтан оның жергілікті тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін келесі шарт орындалуы қажет:

$$h_{ст}/\delta_{ст} < 40(E/R)^{0,5} + 0,41\lambda \leq 75. \quad (5.8)$$

басқа жағдайда, қабырға колоннаның өзегінің есептік қимасыны қосуға болатын $b_p \geq 10\delta_{ст}$ енді және $\delta_p > 0,758\delta_{ст}$ қалыңдықтағы жұпталған бойлық қаттылық қабырғасымен ортасынан бекітілуі қажет болады. Бұдан бөлек, келесі жағдайда

$$h_{ст}\delta_{ст} > 2,2(E/R)^{0,5} \quad (5.9)$$



5.5-ші сурет. Екі таврлы қима колоннасының өзекінің есептік геометриялық сипаттамалары

бойлық қабырғаның болғанына қарамастан, бір-бірлерінен $(2,5...3,0)h_{\text{ст}}$ қашықтықта, бірақ әрбір өткізу элементінде екеуден кем емес көлденең қаттылық қабырғалары қойылулары қажет. Қабырғалардың көлемдері арқалықтардағыдай болады.

Қималарды алдын-ала іріктеу шамалас формулалар j коэффициентінің шамалас мәні бойынша жүргізілетіндіктен, ***іріктелініп алынған қиманы төзімділікке қорытынды*** рет тексеруден өткізу қажет болады. Оны келесі жүйелілікте орындау қажет.

1. Белгіленген көлемдер бойынша қиманың нақты геометриялық сипаттамаларын есептеп шығарады: брутто аймағы $F_{\text{бр}}$ (жергілікті әлсіздіктерге мән берілмейді), инерцияның негізгі орталық кезеңдері J_x, J_y , инерцияның радиустары r_x, r_y және иілгіштік λ_x, λ_y .

2. Сығымдалған өзектердің икемділіктерін, олардың кездейсоқ ықпалдар салдарынан қисайып кетуі мүмкіндігін төмендету үшін шектейді, өйткені қисайған өзектің көтеру қабілеті төмейдейді. Сонымен бірге, конструкциялардың динамикалық жүйктемелері жағдайларындағы өзектердің вибрациясын кеміту аса маңызды бұл сығымдалған, сонымен қатар созылған өзектер үшін де айтарлықтай маңызды. Бұл жағдаят элементтердің шекті иілгіштігін белгілеудің себептерінің бірі болып табылады. Кестені пайдалана отырып, $\lambda_{\text{пред}} = 120$ аспауы қажет λ_{max} ең жоғары иілгіштік бойынша, φ_1 коэффициентін табады. Егер, ол бастапқы қабылданған φ_0 мәнінен айтарлықтай ерекшеленетін болса, онда қайта есептеу жүргізеді және келесі коэффициенті бойынша қимаға түзетулер енгізіледі

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_0 + \varphi_1}{2};$$

осылайша екінші жақындатуды жүзеге асыра отырып.

3. Түзетілген қиманы шартқа сәйкестікке тексереді

$$\sigma = N/(\varphi F_{\text{бр}}) \leq mR, \quad (5.10)$$

бұл жерде φ — бойлық иілу коэффициентінің қорытынды мәні (оны анықтай үшін кейде үшінші жақындау да талап етілетін болады).

4. (5.7) және (5.8) формулалары бойынша қабырғалар мен белдіктердің жергілікті тұрақтылықтарын қамтамасыз ету шарттарының орындалуы тексеріледі. Егер, бұл шарттар сақталмаса, онда конструктивті шараларға жүгініледі.

Есептемелер қабырғаның қалыңдауы $A_{\text{бр}}$ қиманың жалпы аумағын арттырады және J_y инерция кезеңінің іс жүзінде өзгертпейтінін көрсетеді.

Мұның салдарынан инерцияның тиісті мәртебесі кемиді, ал иілгіштігі ұлғаяды. Тиісінше, колоннаның өзегінің тұрақтылығы тұрғысынан, қабырғаның қалыңдығының артуы тиімсіз.

Өтпелі колоннаның өзегінің материалдық өзекке қатысты бойлық иілуін есептеуді, тұтас колоннаны есептеудегідей етіп жүзеге асырады. Салыстырмалы бос өзекті есептегенде, ϕ бойлық иілгіштігі коэффициентін, λ_y иілгіштік функциясы ретінде емес, жалғастырушы тордың берілгіштігін ескеретін, келтірілген λ_y иілгіштікке байланысты табады. Өтпелі сырықты есептеудің тұтас өзекті есептеуден айырмашылығы міне осында болып табылады.

Екі беттегі планкалары бар (қисық торсыз) өзектің келтірілген иілгіштігін келесі формула бойынша анықтайды (5.6-шы сурет):

$$\lambda_{\text{пр}} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_b^2} \quad (5.11)$$

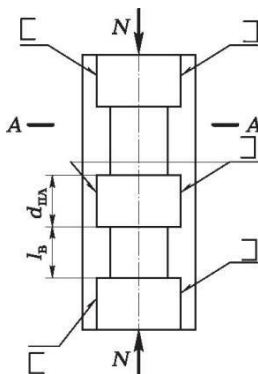
бұл жерде λ_b — жеке саланың иілгіштігі.

Жеке саланың иілгіштігі төмендегідей анықталады

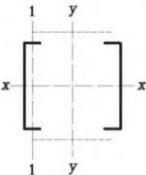
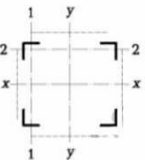
$$\lambda_b = I_\phi / r_\phi$$

формула бойынша бұл жерде I_ϕ — планкалар арасындағы қашықтық; r_ϕ — сала қимасының өз өзегіне қатысты инерциясы радиусы y_0 , $r_\phi = J_\phi / F_\phi$

Планкалардағы құрамдас өзектің тұрақсыздығы немесе келтірілген иілгіштігі, саланың погондық қаттылықтарының оның планка аймағының ұзындығына қатысты арақатынасына аса тәуелді.



5.6-шы сурет. Қисық торсыз өзекті есептеуге арналған сызба

5.2-ші кесте. λ_{np} келтірілген иілгіштігін анықтауға арналған есептеу формулалары		
Қима	Жалғау	Есептеу формуласы
	Планкалармен	$\lambda_{np} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_{\sigma}^2},$ бұл жерде λ_y—бүкіл өзектің y — уөзегіне қатысты иілгіштігі; λ_1—бір-бірлеріне дәнекерленген планкалар арасындағы учаскелердегі 1 — 1 өзегіне қатысты жекелеген саланың иілгіштігі
	Тормен	$\lambda_{np} = (\lambda_y^2 + \kappa^2 F^2 / F_p^2)^{0.5},$ бұл жерде κ — тордың өзектерге еңкеюі бұрышына тәуелді коэффициенті; F— бүкіл өзектің қима аумағы; F_p—1 — 1 бетінде жатқан тор қиғаштығы қимасы аумағы
	Планкалармен	$\lambda_{np} = (\lambda_y^2 + \lambda_{\sigma 1}^2 + \lambda_{\sigma 2}^2)^{0.5},$ бұл жерде λ_1, λ_2 — саланың тиісінше 1 — 1 және 2 — 2 өзектеріне қатысты иілгіштігі
	Тормен	$\lambda_{np} = [\lambda_y^2 + F^2 (k_1^2 / F_{p1}^2 + k_2^2 / F_{p2}^2)]^{0.5},$ бұл жерде F_{p1} және F_{p2}—1 — 1 және 2 — 2 тұрақтылықты мүмкін болатын жоғалту беттерінде жататын қиғаш торлардың қима аумағы; k_1, k_2— қиғаш сызық пен сала арасындағы σ бұрышына тәуелді коэффициенттер, $\sigma = 30^\circ, 40^\circ$ және $45^\circ \dots 60^\circ$ жағдайларында коэффициенттер тиісінше 45, 31 және 27 мәндерін қабылдайды

Планкалардың қаттылықтарын ескеру үшін, келтірілген өзектің иілгіштігін анықтау барысында келесі формуланы пайдаланады

$$\lambda_{np} = [\lambda^2 + \lambda_{\sigma}^2 (0,7 + K)]^{0.5}. \quad (5.12)$$

бұл жерде

$$K = J_B E_B b / J_{пл} E_{пл} a,$$

бұл жерде $J_B, J_{пл}$ — тиісінше сала мен планкалардың инерция кезеңі;

b — баған ені; a — панель ені.

Өзектің жеткілікті тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін, планкалардың қаттылығы саланың қаттылығынан асып түсуі қажет. Бұл шарт айтарлықтай биік және енді колонналар жағдайында планкалардың айтарлықтай ауырлатудың қажеттілігіне алып келеді, оның салдарынан планкалары бар өтпелі сырықтар салмақ көрсеткіштері бойынша белдіктері тормен байланыстырылғандарға қарағанда төмен болады.

Өртүрлі кималар сырықтарының келтірілген илгіштіктерін есептеуге арналған формула, 5.2-ші кестеде келтірілген.

Өтпелі колонна өзегінің кимасының енін b тең тұрақтылық шартына байланысты бекітеді

$$\lambda_{np} = \lambda_{\kappa}$$

Егер, $\lambda_{np} \leq \lambda_{\kappa}$ болса, онда кернеулерді тексеру талап етілмейді.

Жалғастырушы торды және орталыққа-сығымдалған колонналар планкаларын, бойлық иілу барысында өзектің қисаюынан пайда болатын Q рұқсат етілетін көлденең күшпен есептейді. Рұқсат етілетін көлденең күш

$$Q_{\kappa\kappa} = 7,15 \cdot 10^{-6} (2330 - E/R_y) N/\phi.$$

Көлденең күшті брутто өзегінің кима аумағына байланысты эмпиризм жолымен анықтауға рұқсат етіледі. Мысалы, есептеу кедергісі келесідей болатын болат үшін $R = 210$ МПа $Q = 200F$; есептеу кедергісі келесідей болатын болат үшін $R = 380$ МПа $Q = 500 F$; $R = 530$ МПа $Q = 700 F$ болатын болат үшін. F кима аумағы мәнін шаршы сантиметрлермен қоя отырып, Q көлденең күш мәнін ньютондармен алады. Q аралық мәндерін интерполяциямен табады.

Егер, $Q > Q_{\kappa\kappa}$ болса, онда өтпелі орталықтанған емес сығымдалған элементтердің салаларын планкалармен жалғау ұсынылмайды.

Планкадағы кернеу

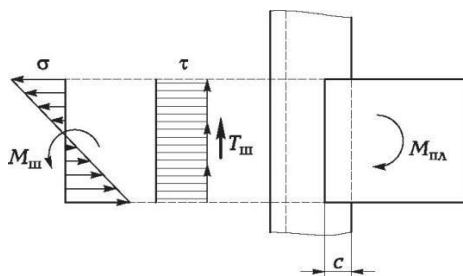
$$\sigma = M_{пл}/W_{пл} \leq R.$$

Планкалардың швеллерлер сөрелерімен жалғауының бұрыштық жіктерінің төзімділіктерін (5.7-ші сурет) келесі формула бойынша тексереді

$$\sigma_{\max} = (\sigma_{ш}^2 + \tau_{ш}^2)^{0,5} = [(M_{пл}/W_{пл})^2 + (Q/F_{ш})^2]^{0,5} \leq R_y.$$

Келтірілген илгіштік формуласын шығару (5.11), қатты планкалардың болуы туралы болжамдарға негізделгендіктен, олардың ені үлкен қылып қабылдайды. Дәнекерлеу колонналарында $I_b \sim 800$ мм; $d_{пл} = (0,5 \dots 0,75)b$.

Планкалардың қалыңдығы $\delta_{пл} 6 \dots 12$ мм шегінде бегілейді. Егер, планканың және саланың погондық қаттылықтарының қатынасы



5.7-ші сурет. Планкалардың бұрыштық жіктерінің төзімділіктерін есептеуге арналған сызба

$$i_{пл}/i_b \geq 5$$

онда планкалардың деформациялануына мән бермеуге болады.

Планканың погондық қаттылығы $J_{пл} = J_{пл}/b_{пл}$. Бұл жерде $b_{пл}$ — планканың, оған планканы саланың сыртына шығару үшін 40 ...60 мм қосылатын, швеллерлер белдіктері арасындағы қашықтығына тең ұзындығы;

Саланың погондық қаттылығы

$$I_b = J_0^к / I_b.$$

Дәнекерлеу колонналарында планкалар салаларға айқастырылып бекітіледі және бұрыштық жіктермен дәнекерленеді. Планкаларды әдетте салаларға $c = 20.30$ мм қашықтығында іліністіреді (5.7-ші сурет).

Колоннаны есептеу мысалы. Есептік орталық жүктемесі $N = 200$ тс, биіктігі $h = 8$ м болатын бос тұрған колоннаның қимасын таңдап алу талап етіледі. Материалы -Ст.3 болат, жұмыс істеу шарттары коэффициенті $m = 1$.

Орталыққа-сығымдалған колонналарды есептеуге арналған негізгі деректер 5.3, 5.4-ші кестелерде келтірілген, есептеуге арналған нұсқаулықтар және тұтас қабырғалы колонналарға арналған конструктивті талаптар – 5.5-ші кестеде келтірілген.

Сөрелердің көмкерілмеген аспалары b аспасы енінің, 5.6-шы кесте бойынша сырықтың икемділігіне байланысты қабылданатын, δ сөренің қалыңдығына шекті қатынастарымен шектеледі.

Тұтас қабырғалы колонна. Қолмен дәнекерлегенде немесе жартылай автоматты дәнекерлеуді қолданғандағы, тұтас қабырғалы колоннаның қимасы көлемдерін (5.8-ші сурет) $2—530 \times 16 + 400 \times 8$ деп қабылдауға болады.

Қима аумағы

$$F = 2F_n + F_{ct} = 2 \cdot 53 \cdot 1,6 + 40 \cdot 0,8 = 169,6 + 32 = 201,6 \text{ см}^2;$$

5.3-ші кесте. Созылған және сығымдалған элементтерді есептеуге арналған деректер

Анықталатын шама	Есептік формула немесе нұсқаулық
Төзімділік шарты бойынша кернеу	$\sigma = N/F_{\sigma} < R$
Тұрақтылық шарты бойынша кернеу	$\sigma = N/F_{\phi} < R$
Материалдық өзектерге қатысты тұтас өзектердің иілгіштігі және өтпелі өзектердің иілгіштігі	$\lambda = I_0/r = \mu I/r$
Бос өзектерге қатысты өтпелі сырықтардың иілгіштігі	Анықтамалықтар бойынша анықталады
Шекті иілгіштік	Бұл да
Φ коэффициенті	Бұл да
Инерция радиусы	$r_x = (J_x/F)^{0,5}$
Өзектің есептік ұзындығы	$l_0 = \mu l$, бұл жерде μ 5.1-ші кестеге сәйкес қабылданады

инерция кезеңі

$$J_y = (2\delta_b h^3)/12 = (2 \cdot 1,6 \cdot 53^3)/12 = 39\,700 \text{ см}^4;$$

инерция радиусы

$$r_y = (J_y/F)^{0,5} = (39\,700/201,6)^{0,5} = 14 \text{ см};$$

иілгіштігі

$$\lambda_y = 2h/r_y = 2 \cdot 800/14 = 114 < 120,$$

бұл жерде — колоннаның иіктігі;
бойлық имек ϕ коэффициенті = 0,492;
кернеу

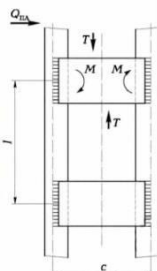
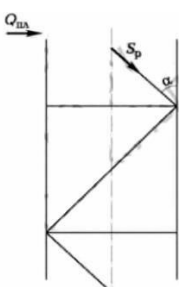
$$\sigma = P/(\phi F) = (200\,000/(0,492 \cdot 201,6)) = 2\,020 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Конструктивті талаптардың сақталды ма екендігін тексереміз.
Сөрелердің аспасы $0,5 \cdot 530/16 = 16,5$ құрайды, бұл $\lambda_y = 114$ жағдайындағы рұқсат етілгеннен төмен.

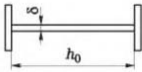
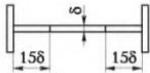
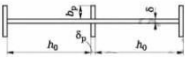
Қабырға үшін биіктіктің қалыңдыққа қатынасы $400/8 = 50$; рұқсат етілетін қатынасы $h_0/\delta_{ст} = 40 + 0,2 \cdot 114 = 62,8 > 50$ құрайды. Инерция кезеңі

$$J_x = 2F_n y_n^2 + S_{ст} h_0^3 / 12 = 169,6 \cdot 20,8^2 + 0,8 \cdot 40^3 / 12 = 77\,770 \text{ см}^4 > J_y.$$

5.4-ші кесте. Жалғаушы элементтерді есептеуге арналған деректер

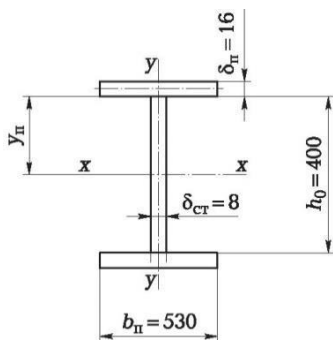
Эскиз	Анықталатын шама	Формула немесе нұсқаулық
	Ст.3, Ст.4 төменгі қоспаланған болаттарына арналған өзектегі шартты көлденең күш	$Q_{шар} = 20F$ $Q_{шар} = 40F$
	Планкалар немесе торлардың бір беттеріне келетін шартты көлденең күш	$Q = Q_{шар}/\eta$, бұл жерде η — планкалар немесе торлардың параллельді беттері саны
	Планкадағы қиюшы күш	$Q = Q_m / C$
	Планкадағы иілу кезеңі	$M = Q_{nr} J / 2$
	Қиғаштықтағы күш	$5p = Q_m / \sin \alpha$

Ескерту. F мәні шаршы сантиметрлерде беріледі, $Q_{шарт}$ мәні килограмм-күштерде алынады.

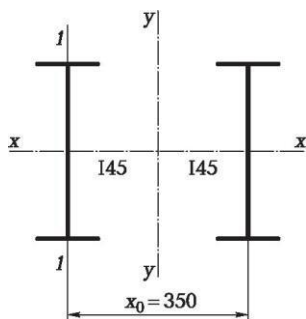
5.5-ші кесте. Тұтас қабырғалы өзектер қималарына қойылатын талаптар	
Эскиз	Талаптар
	Егер, $h_0/\delta \leq 75$ және $h_0/\delta \leq 40(R/2 \cdot 100)0,5 + 0,21$ болса, есептеуге барлық қабырғаның аумағы кіреді, бұл жерде R — есептілік кедергісі, кгс/см ² ; λ — өзектің есептілік иілгіштігі
	Келтірілген теңсіздіктер сақталмаған жағдайда, есепке әрбір сөреден ені 15 δ болатын қабырға учаскелері енгізіледі немесе Олардың арасындағы қабырғалар учаскелері келтірілген теңсіздіктерді қанағаттандыратын, қаттылықтың жұптасқан бойлық қабырғалары қойылады.
	Қаттылық қабырғалары көлемдері келесідей болулары қажет: $\delta_p \geq 10\delta$; $\delta_p \geq 0,75\delta$; $\delta_p/\delta_p \leq 15$

Х өзегіне қатысты тексеру талап етілмейді.

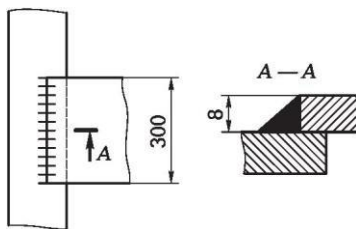
Сөрелердің ені 530 мм болғанда автоматты дәнекерлеуді қолданған жағдайда, қабырғаның биіктігі 490 мм кем болмауы қажет. Аталмыш жағдай үшін, көлемдері 2—530 x 16 + 500 x 8 болатын қималарды қабылдау қажет, өйткені қабырға биіктігінің қалыңдығына қатынасы шекті мәннен аспайды: $500/8 = 62,5 < 62,8$.



5.8-ші сурет. Тұтас қабырғалы колоннаның қимасы



5.9-шы сурет. Екі салалы колонна қимасы



5.10-шы сурет. Планкаларды пісіру сызбасы

Екі салалы колонна. Колонна № 45 қос екі таврдан тұрады (5.9-шы сурет). Бұл жағдайда қолда болады:

$$F = 2 \cdot 83 = 166 \text{ см}^2; r_x = 18,2 \text{ см}; r_y = 3,12 \text{ см}; J_y = 807 \text{ см}^4.$$

Сала инерциясының погондық кезеңі

$$i = J_y / (130 - 30) = 807 / 100 = 8,1 \text{ см}^3.$$

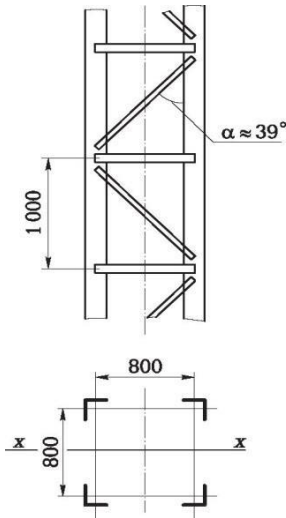
Салалар 300 x 10 мм көлемді, қадамдары 1,30 м планкалармен жалғанған;

$$\lambda_x = 2 \cdot 800 / 18,2 = 88; \varphi_1 = 0,702;$$

5.6-ші кесте. <i>b/δ шекті қатынастары</i>					
Болат маркасы	1 өзектің иілуіндегі <i>b/δ</i> шекті қатынастары				
	25	50	75	100	125
Ст.3, Ст.4	14	15	16,5	18	20
14Г2, 10Г2С1, 09Г2С, 15ХСНД	12	13	14,5	16,5	18,5
10ХСНД	11	12,5	14	16	17,5

Ескерту. Элементке кернеу жетпеген жағдайда, b/δ мәні $(R\varphi/\sigma)^{0,5}$ есеге, бірақ 25 % артық емес көлемге ұлғаюы мүмкін, бұл жерде φ — φ_{BH} , $\sigma\varphi$; $\sigma = N/F$ мәндерінің ең төмені.

5.11 -ші сурет. Төрт салалы колонна
сызбасы



$$\sigma = 200\,000 / (0,702 \cdot 166) = 1\,720 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

у өзегіне перпендикулярлы беттегі тұрақтылықты тексереміз:

$$r_y = [(x_0/2)^2 + r_1^2]^{0.5} = (17,5^2 + 3,12^2)^{0.5} = 17,8 \text{ см}; \lambda_y = 2 \cdot 800 / 17,8 = 90;$$

$$1 = (130 - 30) / 3,12 = 32 < 40; \text{ бұдан бөлек, } \lambda_I < \lambda_{\alpha};$$

$$\lambda_{\text{нр}} = (\lambda_y^2 + \lambda_I^2)^{0.5} = (90^2 + 32^2)^{0.5} = 96; \varphi = 0,636;$$

$$\sigma = 200\,000 / (0,636 \cdot 166) = 1\,900 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Планкаларды тексереміз:

$$2i_{\text{пл}}/i_B = 2 \cdot 75 / 8,1 = 18 > 5;$$

$$Q_{\text{пл}} = 20F/2 = 20 \cdot 166 / 2 = 1\,660 \text{ кгс};$$

$$T = Q_{\text{пл}} l / c = 1\,660 \cdot 130 / 35 = 6\,160 \text{ кгс};$$

$$M = Q_{\text{пл}} l^2 / 2 = 1\,660 \cdot 130^2 / 2 = 108\,000 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

$$\sigma = M/W = 108\,000 / 150 = 720 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

W мәні, олардың дәнекерлеу колоннасы дайындалған екі тавр қималарына арналған кесте бойынша анықталады.

Планкалар жіктерін тексереміз:

$h_{жс} = 8$ мм (5.10-ші сурет), жіктің есептілік ұзындығы $I_{жс} = 300 - 10 = 290$ мм;

$$F_{жс} = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 29 = 16,3 \text{ см}^2;$$

$$\tau_{жс} = 6\,160 / 16,3 = 378 \text{ кгс/см}^2;$$

$$W_{жс} = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 29 / 6 = 78,5 \text{ см}^3;$$

$$\sigma_{жс} = 108\,000 / 78,5 = 1\,375 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\tau = (1\,375^2 + 378^2)^{0,5} = 1\,420 \text{ кгс/см}^2 < 1\,500 \text{ кгс/см}^2.$$

Төрт салалы колонна. Колонна (5.11-ші сурет) көлемдері 140×10 мм болатын төрт бұрыштамамен жасалынған; $F = 4 \cdot 27,3 = 109,2 \text{ см}^2$;

$\Gamma_{мин} = 2,78$ см.

Тор көлемдері 50×5 ; $F = 4,8 \text{ см}^2$; $\Gamma_{мин} = 0,98$ см болатын бұрыштамалардан тұрады.

Барлық қималарды тексереміз. $\alpha = 39^\circ$ жағдайында $K = 31 + 0,1 \cdot 14 = 32,4$. Сонда

$$\lambda = 1\,600 / 40 = 40; 1_{пр} = [402 + 4 \cdot 27,3 \cdot 2 \cdot 32,4 / (2 \cdot 4,8)]^{0,5} = 48;$$

$$\varphi = 0,893;$$

$$\sigma = 200\,000 / 4 \cdot 27,3 \cdot 0,893 = 2\,050 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Жеке саланы тексереміз: торпанелінің ұзындығы 100 см; $\lambda = 100 / 2,78 = 36 < 48$.

Торды тексереміз: қиғаш тіректің ұзындығы $I = (I^2 + 0,8^2)^{0,5} = 1,28$ м; $\lambda = 128 / 0,98 = 130 < 150$ ($\lambda_{пр} = 150$ — кран асты арқалықтарынан төмен колонналар арасындағы байланыстар нұсқаларына арналған кестелік мән).

Нұсқаларды салыстыру.

1: $F = 201,6 \text{ см}^2$ нұсқасы; көлемдері $120 \times 8 \times 400$ мм болатын диафрагмалар әрбір 2 м сайын жүреді. Келтірілген аумақ

$$F_1 = 201,6 + 2 \cdot 12 \cdot 0,8 \cdot 40 / 200 = 205,4 \text{ см}^2.$$

2: $F = 166 \text{ см}^2$ нұсқасы; көлемдері $300 \times 10 \times 350$ мм болатын планкалар $1,3$ м қадаммен орналастырылған. Келтірілген аумақ

$$F_2 = 166 + 2 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 35 / 130 = 182,2 \text{ см}^2.$$

3: $F = 109,2 \text{ см}^2$ нұсқасы; әрбір $2,5$ м сайын жүретін тор мен айқасқан диафрагмалар, көлемдері 50×5 мм болатын бұрыштамалардан жасалынған. Келтірілген аумақ

$$\begin{aligned} F_3 &= 109,2 + 4 \cdot 4,8 \cdot (8 + 128) / 100 + 2 \cdot 4,8 \cdot 80 \cdot 1,41 / 250 = \\ &= 153,5 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

5.7-ші кесте. Колонналарды есептеу нәтижелері						
Нұсқа	Келтірілген аумақ		λ_x	$\lambda_y (\lambda_{np})$	σ_x , кгс/см	σ_y , кгс/см ²
	см ²	%				
1	205,4	100	—	114	—	2 020
2	182,2	89	88	96	—	1 900
3	153,5	75	—	48	2 050	2 050

Есептеулер нәтижелері 5.7-ші кестеде келтірілген.

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Әртүрлі дәнекерленген орталыққа-сығымдалған колонналар сызбалары нұсқалары жиынтығы.
2. Сипаттамалар, сызбалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімді оқу.
2. Оқытушыдан орталыққа-сығымдалған колонналар сызбалары нұсқаларын алу.
3. Орталыққа сығымдалған колонналардың сызбасын сызу.
4. Орталыққа сығымдалған колонналарды есептеу тәртібін таңдау.
5. Орталыққа сығымдалған колонна өзектерінің беріктігіне, тұрақтылығына және иілгіштігіне есептемесін орындау.

№ 5 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыс орындалған күн _____

Орталыққа сығымдалған колонна қимасы сызбасы

Орталыққа сығымдалған колоннаның жүктелуі сызбасы

Колоннаның беріктікке және төзімділікке есептемесі

Орталыққа сығымдалған колоннаның орындалу нұсқаларын салыстыру

Жұмыс бойынша қорытынды _____

Оқушының қолтаңбасы _____

Оқытушының қорытындысы _____

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Колонналар қандай белгілері бойынша жіктелінеді?
2. Дәнекерленген орталыққа-сығымдалған колонналардың қималарына сипаттама беріңіз.
3. Тұтас дәнекерленген колоннаның қимасын таңдау жүйелігі қандай?
4. Колоннаның қимасын тұрақтылыққа соңғы рет қалайша тексереді?
5. Өтпелі колоннаның өзегін есептеудің ерекшелігі қандай?
6. Орталыққа-сығымдалған колонналардың торларын есептеудің жүйелігі қандай?
7. Өтпелі колоннаның өзегінің қимасы қалай таңдап алынады?

№ 6 практикалық сабақ

ОРТАЛЫҚТАН ТЫС СЫҒЫМДАЛҒАН КОЛОННАЛАР

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Есептеудің ортақ принциптері. Орталықтан тыс қысылған колонналардың есептеуі беріктікке және тұрақтылыққа жүргізіледі. Колонналар қималары мен оларды жүктеудің әралуан түрлеріне арналған есептеу формулалары 6.1-ші кестеде келтірілген.

6.1-ші кестеде келтірілген қималар эскиздері, тек олардың ортақ сипаттамаларын (тұтас кесу, екі салалық өтпелі кесу, төрт салалы өтпелі кесу) және x және y өзектеріне қатысты қимадағы әрекет ету кезеңдері бағыттарын. ϕ_6 , η ϕ_6^{BH} коэффициенттері анықтамалық кестелер бойынша анықталады.

Эксцентриситетті анықтау барысында M кезеңі шамасы кезеңінің әрекет ету бетіндегі тұрақтылықты тексеру процесінде келесілерді қабылдайды:

жақтаулы жүйелердің тұрақты қимасы колонналары үшін — колоннадағы ең үлкен сәтке тең;

консольдар үшін — бекітпедегі кезеңге тең;

топсалы ұштары бар сырықтар үшін — келесі формулалар бойынша (бірақ $0,5M_{\max}$ кем емес):

$m \leq 3$ и $\lambda < 120$ $M = M_2 = M_{\max} - \lambda(M_{\max} - M_1)/120$ жағдайында;

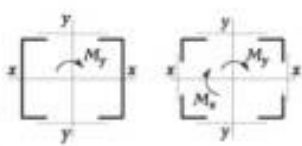
$m \leq 3$ и $\lambda \geq 120$ $M = M_1$ жағдайында

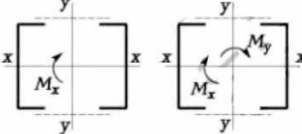
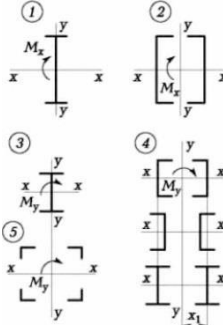
$3 < m \leq 20$ и $\lambda < 120$ $M = M_2 + (m - 3)(M_{\max} - M_1)/17$ жағдайында;

$3 < m \leq 20$ и $\lambda \geq 120$ $M = M_1 + (m - 3)(M_{\max} - M_1)/17$ жағдайында,

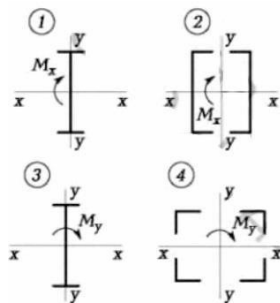
бұл жерде M_1 — сырықтың ұзындығының орташа үштен бірі шегіндегі ең үлкен иілуі кезеңі (сатылы колонналар үшін — тұрақты қима учаскесіндегі ең үлкен кезең); M_2 — консоль бекітпесі кезеңіне тең кезең.

6.1-ші кесте. Орталықтан тыс сығымдалған колонналарды есептеуге арналған формулалар

Қима және жүктелу сипаты	Түсіндірме	Есептеу формулалары
<i>Беріктікті тексеру</i>		
	Болатқа пластикалық жұмыстары пайдаланылмайтын немесе қиманың әлсіздігі болатын жағдайлар үшін	$N/F_{HT} = M_x e_y / J_{xHT} = M_y e_x / J_{yHT} \leq R$, бұл жерде e_x, e_y — кесуші күштер эксцентриситеттері
	Тікелей динамикалық жүктеме жоқ жағдайда болаттың пластикалық жұмыстары жағдайы және $N/(F_{HT} R) > 0,1$ жағдай үшін. $N/(F_{BT} R) < 0,1$ жағдайында пластикалық деформацияларды есепке алу, тек тұрақты қима арқалықтарына арналған жағдайларда ғана мүмкін болады	$[N/(F_{HT} R)^{3/2} + M_x/(W_{xHT} R) + M_y/(W_{yHT} R)] < 1$. Ескерту. «п» индексі «планканы» білдіреді
	Жекелеген салаларды тексеру, кезеңдер мен нақты кесуші күштерден келетін қосымша күштерді ескере отырып фермалар белдіктеріндегідей орындалатын болады, ал екі салалы өзектерде - M_x кезеңін, салалардың арасында, олардың x өзегіне қатысты қаттылықтарына пропорционалды бөлумен. M_x кезеңі салалардың бірінің бетінде әрекет еткен жағдайында, оны тек осы сала ғана қабылдайтын болады.	$N_B/F_{HT.B} \leq R$ торына жалғаған жағдайда; $N_B/F_{HT.B} M_B/W_{HT.B} \leq R$ - планкаларына жалғаған жағдайда Ескерту. «в» индексі «саланы» білдіреді

Қима және жүктеу сипаты	Түсіндірме	Есептеу формулалары
	Планкалармен жалғағанда саланың жергілікті иілімі шынайы көлденең күштерден анықталады (қиғаш емес фермалар белдіктеріндегідей)	
<i>Беріктікті тексеру</i> 1. Өзектің симметрия өзегімен сәйкес келетін, кезеңнің әрекет ету бетіндегі беріктігі  1, 2, 3-ші нұсқалар үшін $\varphi_{x, \text{BH}}$ анықтау тұтас қабырғалы қималарға арналған анықтамалық кестелер бойынша жасалынады; 4 және 5 -ші нұсқалар үшін — есептеу кедергісі $R = 210 \text{ МПа}$ ($2 \cdot 100 \text{ кгс/см}^2$) болатын болаттан жасалынған колонналардың өтпелі қималарына арналған анықтамалық кестелер бойынша $N/\varphi_{x, \text{BH}} F \leq R$; $\varphi_{x, \text{BH}}$ келесі бойынша анықталады λ_x $m_{Ix} = \eta e_x F / W_x \cdot N / (\varphi_{y, \text{BH}} F \leq R; \Phi_{y, \text{BH}})$ 3-ші нұсқа үшін келесілер бойынша анықталады λ_y және $m_{Iy} < \eta e_y F / W_y$ 4 және 5 -ші нұсқалар үшін — $\lambda_{\text{упр}}$ және $m_y = e_y F_v / J_v$ бойынша анықталады.		

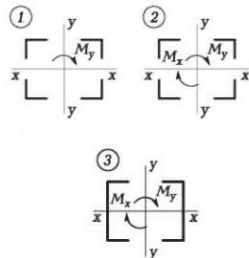
2. Кезең әрекеті бетіндегі бүкіл өзектің беріктігі



Симметрия өзегіне сәйкес келетін ең үлкен қаттылық бетіндегі иілу жағдайында ($J_x > J_y$), $I_x > I$ жағдайында тексеру орталыққасығымдау өзегі жағдайындағыдай орындалады: 3-ші нұсқа үшін — бүкіл қалыпты күш ықпалынан; 4 -ші нұсқа үшін — оған келетін қалыпты күштен қиманың неғұрлым жүктелген бөлігіне қарай (M_y кезеңінен қосымша күшті есепке ала отырып)

$m_x \leq 10$ жағдайында
 $N/(c\varphi_y F) < R$; $10 < m_x < 15$ $N/(c\varphi_y F) < R$ жағдайында; $m_x > 15$ $M_x(1 + 1m_x)/(\varphi_x W_x \leq R$ $N/\varphi_x F \leq R$ жағдайында

3. Бір немесе бірнеше беттердегі эксцентриситет жағдайындағы жекелеген салалардың беріктігі



1 және 2-ші нұсқалар үшін тормен жалғағанда, тексеру M_x және M_y кезеңдерінің ықпалдарын есепке ала отырып орталыққасығымдалған өзектер жағдайларындағыдай орындалады, ал 3-ші нұсқа үшін - M_x кезеңінің салалар арасындағы бөлінуімен және M_x кезеңінің қосымша күштерімен орталықтан тыс сығымдалған өзектер жағдайларындағыдай орын алады. Планкалармен жалғағанда және шынайы кесуші ықпалдар болған жағдайда, қиғаш емес фермалардағыдай жергілікті кезең қосылады. Саланы тексеру орталықтан тыс сығымдалған өзектер жағдайларындағыдай орын алады.

Беріктікті тексеру барысында, кезеңнің ықпалы бетінен келесіні қабылдайды

$$c = \beta / (1 + \alpha m_x).$$

m_x анықтау барысында M_x үшін келесіні қабылдайды:

ұзындықтың орташа үштен бірі шегіндегі максималды кезең (бірақ, өзектің $0,5M_{\max}$ кем емес);

консольдарға арналған бекітпедегі кезеңдерде.

α және β коэффициенттері анықтамалықтар деректері бойынша қабылданады. $\lambda_y > \lambda_c$ жағдайында, тұйықталған қима өзектеріне арналған c коэффициенті бірліктен аспауы қажет, ал ашық қима өзектері үшін — анықтамалықтар кестелерінде келтірілген шамадан аспауы қажет.

Беріктік пен тұрақтылықты есепке алғанда, салаларды кесуші күштер планкалары мен ықпалдарына қосқан жағдайдағы өтпелі қима өзектерінде, қиғаш емес фермалар белдіктеріндегідей формула бойынша анықталатын планкалардың беттеріне параллельді беттегі қосымша кезең ескерілетін болады.

$$M = Q_B l / 2, \quad (6.1)$$

бұл жерде Q_B — саланың кесуші күші (планкалардың беттеріне параллельді беттегі); l — планкалар қадамы.

Бірдей салаларда олардың арасындағы көлденең күш тең бөлінеді.

Өртүрлі салаларда көлденең күш, салалар арасында, салалардың планкалардың беттеріне перпендикулярлы өзектеріне қатысты инерциялар кезеңдеріне пропорционалды бөлінетін болады. Үлкен көлденең күштердің әрекеті жағдайында, планкалармен жалғауға жол бермеу қажет.

Өтпелі сырықтардың жалғаушы элементтерін, орталықтан сығымдағандай етіп есептейді, бірақ кеуші күштердің үлкеніне: шарттысына ($Q_{\text{шар}}$) немесе нақты әрекет етушісіне.

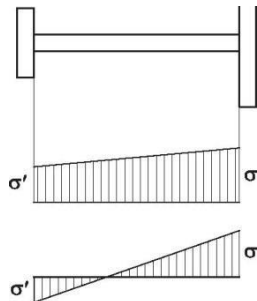
Егер, қабырғаның есептілік биіктігінің оның қалыңдығына қатынасы шектіден асып кетпесе h_0/δ , қабырғаның беріктігі қамтамасыз етіледі.

h_0/δ шекті қатынасы келесі параметрлер бойынша кернеулі қалыпқа байланысты белгіленеді:

$$\alpha = (\sigma - \sigma') / \sigma \text{ и } \tau / \sigma, \quad (6.2)$$

бұл жерде σ — $\sigma^{B, H}$ және ϕ коэффициенттерін есептеусіз есептелінген, қабырғаның есептілік шекарасындағы ең үлкен сығымдаушы кернеу (6.1-ші сурет); σ' — қабырғаның қарама-қарсы жақ бетіндегі сәйкес кернеу (созған кезде «минус» белгісі бар есептеуге арналған формулаға қойылады); τ — қарастырылып отырған қимадағы орташа жанаспа кернеу, $\tau = Q/h_0\delta$.

6.1-ші сурет. σ және σ' кернеулері



$\alpha \leq 0,4$ жағдайында h_0/δ шекті қатынасын, орталыққа-сығымдалған элементтерге арналғандай қабылдайды.

$\alpha \geq 0,8$ жағдайында h_0/S неғұрлым үлкен мәнін келесі формула бойынша анықтайды:

$$h_0/\delta = 100(K_3/8)^{0,5}, \quad (6.3)$$

бұл жерде K_3 —6.2-ші кесте бойынша анықталатын коэффициент.

$0,4 < \alpha < 0,8$ жағдайында h_0/δ неғұрлым үлкен мәнін $\alpha = 0,4$ және $\alpha = 0,8$ үшін анықталған шамалар бойынша интерполяциямен табады.

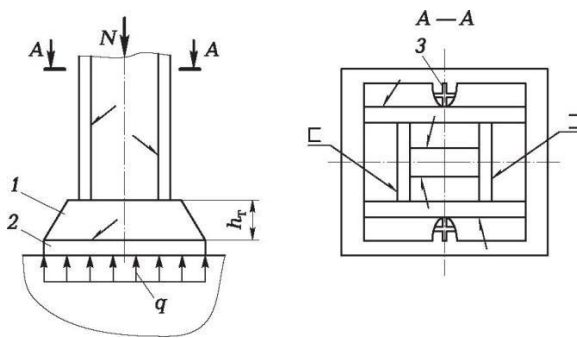
Есептеме бойынша қабырғаның беріктігі қамтамасыз етілмейтін жағдайларда, есептемелерге әрбір сөреден 15 δ болатын енді қабырғалар бөлігін енгізеді немесе қабырғаны бойлық қабырғалармен күшейтеді және неғұрлым кернеуі жоғары бөлікті дербес қабырға ретінде тексереді.

Көмкерілмеген сөрелердің аспаларының шекті шамаларын, орталыққа-сығымдалған өзектердегідей қабылдайды.

Колонналар базалары және бастары. *База* жүктемені колонна өзегінен іргетасқа береді. Оның негізгі элементтері 1 траверс, 2 тірек плитасы және 3 анкерлік бұрандалар болады (6.2-ші сурет).

6.2-ші кесте. K_3 коэффициенті мәні							
t/s	а жағдайындағы K_3 мәні						
	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
0	1,88	2,22	2,67	3,26	4,2	5,25	6,3
0,2	1,88	2,18	2,51	2,9	3,4	3,82	4,11
0,4	1,59	1,76	1,93	2,07	2,25	2,43	2,56
0,6	1,31	1,38	1,48	1,6	1,71	1,8	1,86

Бұл жерде V — бір арқалықтың тірек реакциясы



6.2-ші сурет. Колонна базасы:

1 — траверс; 2 — тірек плита; 3 — анкерлік бұрандалар

Траверс колоннаның өзегі жүктемені қабылдайды және оны өз кезегінде жүктемені іргетасқа беретін, тірек плитасына береді. Анкерлік бұрандалар колоннаның іргетасқа қатысты дұрыс орналасуларын тиянақтайды. Орталыққа сығымдалған колонналарда, оларға негізінен күш түспейді, сондықтан олардың диаметрін 20... 36 мм арасында белгілейді.

База есебін келесі тәртіпте жүргізеді.

1. Тірек плитасының талап етілетін аумағын табады:

$$F_{пл}^{mp} \geq N/R_{см}^{\delta} \quad (6.4)$$

бұл жерде N — колоннадағы есептік күш; $R_{см}^{\delta}$ — іргетас материалын мыжудың есептік кедергісі (анықтамалық кестелері бойынша беріледі).

2. Талап етілетін аумаққа сәйкес, траверстің салаларының, қаттылық қабырғаларыны, бекітуші плиталардың және анкерлік бұрандалардың орналасуларына байланысты плитаның ені мен ұзындығын белгілейді.

3. Беріктік шарты бойынша имекке іргетас реакциясымен шартты бөлінген q жүктемеге және колонна сырығының бүйіржағына сүйенетін пластина ретінде қарастырылатын, тірек плитасының қалыңдығын анықтайды.

Әдетте плитаның қалыңдығын $\delta_{пл}$ 16...40 мм көлемдері шегінде белгілейді.

4. Келесі формула бойынша

$$\Sigma \Gamma_{ж}^{р} \geq N/(\beta h_{ж} R_{ж}), \quad (6.5)$$

бұл жерде β — траверстердің биіктігін анықтайтын және траверс салаларын колонна өзегіне бекітетін, дәнекерлеу жіктерінің талап етілетін ұзындықтарын табатын, ұзындығы бойынша тұрақты қаттылықпен өзектің сығымдалған бұралуын сипаттайтын сипаттамалық теңдеу коэффициенті

$$h_T \geq \Sigma I_{ж}^{TP} / (n + 1) \quad (6.6)$$

бұл жердеп — жіктер саны.

Бұрыштық жіктердің қалыңдығын $h_{ж}$, 10...16 мм шектерінде белгілейтін, δ_T траверстің табағы қалыңдығының 1,2 артық емес көлемге тең етіп қабылдайды.

5. Траверстерді, қаттылық қабырғаларын және қаттылық қабырғаларын колоннаның немесе траверстің өзегіне бекітетін тік дәнекерлеу жіктерінің имектерінің және қималарының беріктіктерін тексереді.

Орталықтан тыс сығымдалған база да, орталыққа сығымдалған база тәрізді негізгі элементтерден, яғни траверстен, тірек плитасынан және анкерлік болттан тұрады. Негізгі айырмашылық орталықтан тыс сығымдалғанда база иілу кезеңінің ықпалы бетінде, ал анкерлік болттар бұл кезеңнің созушы күшін қабылдайтындығында.

Өтпелі колонналар үшін, әрбір саланың дербес тоспасы болатын, бөлек типтегі базалар тиімді.

Колоннаның *төбесі* жоғарыда орналасқан конструкциялардан (арқалықтар, фермалар және т.б.) түсетін шоғырланған жүктемелерді қабылдау және оны өзектің қимасы бойынша теңдей етіп бөлуге арналған.

Бастың конструкциясы колоннаның өзегінің есептік сызбасына сәйкес келуі қажет. Топсалы сүйенуде түйіндесу тек тік ықпалмен ғана жұмысстейді. Жоғарыда орналасқан конструкциялардың колоннамен қатты түйіндесуі, көлденең ықпалдарды қабылдауға қабілетті жақтаулық конструкцияны түзетін болады.

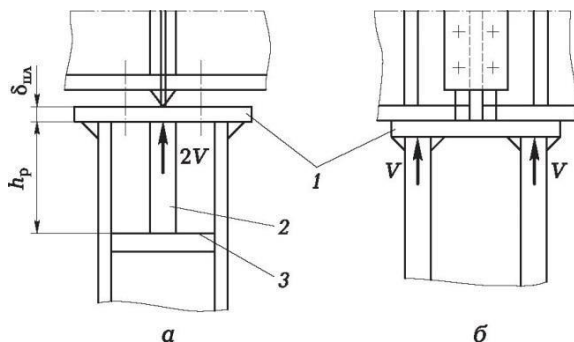
Арқалықтардың топсалы сүйенулерін, жүктемені 1 тірек плитасына, арқалықтардың бүйіржақ диафрагмалары (6.3, а суреті) немесе колонналар салалары сөрелерімен (қабырғаларымен) бірлескен тірек қабырғалары (6.3, б суреті) арқылы беру арқылы жүзеге асырылады.

Бірінші жағдайда есептеуді келесі тәртіпте жүргізеді.

1. Арқалықтың сүйенетін бүйір жағының еніне байланысты, 2 төбенің тірек қабырғасының b_p енін белгілейді.

2. Олар арқылы қысым тірек плитасынан бастың тік қабырғаларына берілетін, көлденең дәнекерлеу жіктерінің талап етілетін қалыңдықтарын табады:

$$h_{ж}^{TP} \geq V / (0,7 \Sigma I_{ж}^{TP} 1_{ж} R_y) = V / [1,4(b_p - 1) R_y] \quad (6.7)$$



6.3-ші сурет. Арқалықтың колоннаға сүйенуі сызбалары (а,б):
1 — тірек плита; 2 — бас; 3 — көлденең қабырға

3. Мыжылуға арналған беріктік шартына байланысты, қабырғаның қажетті қалыңдығын анықтайды:

$$\delta_{гр} \geq V / (b_p R_{сМ}). \quad (6.8)$$

4. Келесі формула бойынша

$$h_p \geq \frac{\sum l_{ж}}{n} + 1 \quad (6.9)$$

жүктемені колоннаның өзегіне беру үшін талап ететін, тік жіктердің ұзындығына байланысты қабырғаның биіктігін h_p анықтайды.

5. Іріктелініп алынған қабырғаны, келесі формуланы пайдалана отырып қимаға тексереді:

$$\tau = \frac{V}{h_p \delta h} + \leq R_{ср} \quad (6.10)$$

6. δ_p мәнінің орнына $\delta_{ст}$ қабырғаның қалыңдығы мәнін қоя отырып, формулаға қойып (6.10), қабырғаның бекітілуі орнында колоннаның қабырғасын қимаға дәл осылай тексереді.

Төбенің және қабырғаның тік қабырғаларының қаттылықтарын ұлғайту үшін, үлкен жүктемелер жағдайында 3 көлденең қабырғалардан көмкерме ұйымдастырады (6.3-ші суретті қараңыз).

Екінші жағдайда (6.3, б суретті қараңыз) төбе осыған ұқсас жұмыс жасайды. Айырмашылық тек, тік қабырғалардың рөлін колоннаныңөзінің сөрелерінің (салаларының) орындайтындығында. Плитаны сөрелерге (салаларға) бекітетін көлденең жіктер есептелулері қажет. Әрбір сөреге екі жіктен болғанда

$$h_{\text{тп.ж}}^{\text{тп}} = \frac{V}{0.7R_y \Sigma I_{\text{ш}}} = \frac{V}{1.4(b-1)Ru}; (6.11)$$

бұл жерде b — колонна сөресінің (саласының) ені.

Тірек плитасының қалыңдығын $\delta_{\text{пл}}$ қос жағдайда да 16 ...30 мм шектерінде белгілейді. Бұрандалар тек бекіткіш функциясын атқарады.

Егер арқалық колоннаның қапталынан бекітілетін болса (6,4-ші сурет), онда тік реакция арқалықтың тірек қабырғасы арқылы, колонналардың белдіктеріне дәнекерленген үстелшеге беріледі. Үстелшенің қалыңдығын арқалықтың тірек қабырғасынан 20...40 мм-ге үлкен етіп қабылдайды.

Үстелшені колоннаға бекітуші бұрыштық дәнекерлеу жіктерін, келесі формула бойынша есептейді:

$$\tau_{\text{ж}} = 1.3 \frac{N}{2\beta K I_{\text{ш}}} \leq (\tau); \quad (6.12)$$

бұл жерде 1,3 — тік жіктері арасындағы R реакциясының біркелкі еместігін есепке алатын коэффициент; 2 — тік жіктер саны.

Осыдан тік жіктің талап етілетін ұзындығы

$$l_{\text{ж}}^{\text{тп}} = 1.3 \frac{N}{2\beta K I_{\text{ш}}} \leq 50K; \quad (6.13)$$

Арқалық бұрандалармен бекітіледі және тірек үстелінде нығыз тұрады.

Колонналардың түйіспелері. Колонналардың түйіспелері екі жағдайда істеуге тура келеді:

прокаттық болаттың профилінің шектеулі ұзындығында (зауыттық түйіспелер);

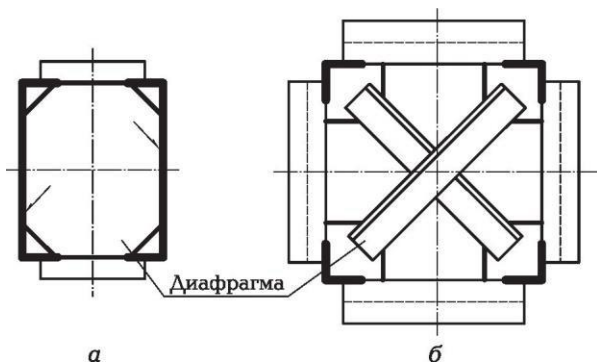
колонналарды тасымалдау және монтаждау (монтаждау түйіспелері) мүмкіндігіне байланысты, жіберу элементтеріне бөлшектеген (колоннаның ұзындығы 18 метрден асқан жағдайда).

Екі беттегі торлары бар өтпелі колонналардың жіберу элементтерін, жіберу элементтерінің ұштарында орналасатын дифрагмалармен бекіту қажет (6.5-ші сурет).



Рис. 6.4. Схема опирания балки на столик

6.4-ші сурет. Арқалықтың үстелшеге сүйенуі сызбасы



6.5-ші сурет. Колонналардың жіберуші элементтерін бекіту сызбалары (а, б).

Бір беттегі жалғастырушы торлы өтпелі колонналарда, диафрагмаларды кем дегенде әрбір 4 метр сайын орналастыру қажет.

Зауыттық түйіспелерді толық пісіру арқылы орындайды. Егер, түйістіру жалғауларын орындау мүмкін болмаса, онда қаптама орнатылады (6.6-шы сурет).

Мұндай жалғаулардың есептемелерін негізгі кимамен беріктігінің теңдігі шартымен жүргізеді:

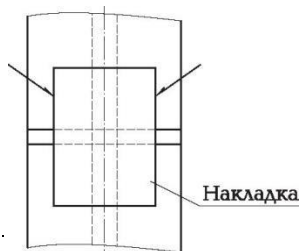
$$\tau = \frac{N}{F_{ж}} \leq [\tau]; (6.14)$$

6.5-ші сурет. Колонналардың жіберуші элементтерін бекіту сызбалары (а, б).

$$F_R = \mu \beta K I_R, (6.15)$$

$$(6.14)$$

Бұл жерде $F_{ш}$ — жік қимасының жүктеме ықпалы бағытына перпендикулярлы бағытталуы аумағы; F_R — колонналардың дәнекерлеу жіктерінің түйіспелерінің сомалық аумағы; n — дәнекерлеу жіктері саны; I_R — колонналардың түйіспелері жіктерінің сомалық ұзындығы.



6.6-шы сурет. Түйіспелерді қаптамалар арқылы жалғау

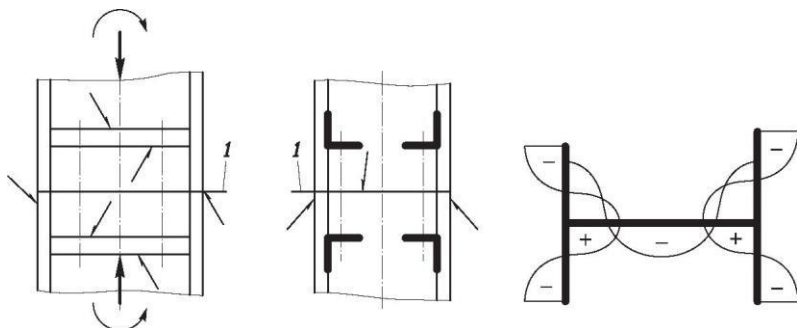
Бір жіктің талап етілетін ұзындығы

$$l_{ж}^{тр} = \frac{N}{2\beta K[\tau]} \leq 250K; (6.16)$$

Колонналардың монтаждау жалғауларын түйістіріп дәнекерленген, фрезерленген бүйіржақтармен, дәнекерлеу жіктерімен немесе бұрандалармен, оның ішінде беріктіктері жоғары қаптай отырып жасау қажет. Колонналардың бүйіржақтарын фрезерлеу сығымдаушы кернеулерді тығыз контакт арқылы беруге мүмкіндік береді және колоннаның ұзындығы бойынша дайындаудың жоғары дәлдігін және оның өзегіне қатысты бүйіржақтарының перпендикулярлығын қамтамасыз етеді.

Дәнекерлеу түйіспелерін (6.7, а, б суреттері), бұрандалы түйіспе, бұрандалардың сандарының көптігінен конструктивті қолайсыз болған кезде қолдану қажет болады. Бұрандалар мен қысқа бұрыштамалар дәнекерлеу түйіскен орындарында тек колоннаны дәнекерлеудің алдында уақытша бекіту үшін пайдаланылады және оны орындағаннан кейін, қажет болған жағдайда жойылулары мүмкін. Түйіспенің және кернеу жіктерінің беріктігін созылған аймақта тексеру қажет.

Екі таврлы, Н-тәрізді және таврлық элементтерде, дәнекерлегеннен кейін, сөрелер жиектерінде үлкен (100 МПа-ға дейін және одан да жоғары), біртекті, көлденең қималар ішіндегі сығымдайтын кернеулер қалып қояды (6.7, в суреті). Олар жүктемеден келетін сығымдалушы кернеулермен қосылады, оның нәтижесінде жиектерде, мерзімінен бұрынғы ағып кету және бойлық иілу, дәнекерлеу кернеулерінің болмауына қарағанда, айтарлықтай төмен сығымдаушы жүктемелерде орын алады.



6.7-ші сурет. Монтаждау түйіспелерін орындау сызбасы (а, б) және алдық дәнекерлеу кернеулерін бөлу сипаты (в):

1 — фрезерлеу жазықтығы; «+» — созылу кернеуі; «-» — сығымдалу кернеуі

Дәнекерлеу кернеулерінің ықпалы, тек беріктіктің жоғалуы өзектің жұмысының икемді пластикалық кезеңде орын алатын иілулердға әсер етеді.

Тығыз контакті арқылы сығымдаушы күштерді беру арқылы фланецтік жалғауларды, ал созылушыларға – бұрандаларды қолдануға рұқсат етіледі.

Колонналарды есептеу мысалы. Көлемдері 250 x 10 мм болатын, 1,25 м қадамды планкалармен жалғанған, № 36 қос екі таврдан тұратын, бос тұрған өтпелі колоннаның қимасын тексеру талап етіледі (6.8-ші сурет), салалары арасындағы қашықтығы 500 мм және жоғарыдан берілетін есептік жүктемелері бар: $N = 190$ тс және көлденең $H_x = \pm 1$ тс. Материалы — Ст.3 болаты, колоннаның биіктігі $h = 5$ м; инерциясы радиусы $r_x = 14,7$ см, $r_y = 2,89$ см; инерция кезеңі $J_y = 516$ см⁴; қима аумағы $F = 61,9$ см²; $M_{\max}$ максималды кезеңі $= 1 \cdot 5 = 5$ тс • м; $e = M/N = 5/190 = 0,0263$ м $= 2,63$ см.

1. Кезеңнің әрекет ету бетіндегі беріктігін тексереміз:

$$\gamma_1 = 100/2,89 = 35; \gamma_2 = 2 \cdot 500/25 = 40; \gamma_{np} = (40^2 + 35^2)^{0,5} = 53;$$

$$J_y = 2(516 + 61,9 \cdot 25^2) = 2 \cdot 39\,203 \text{ см}^4;$$

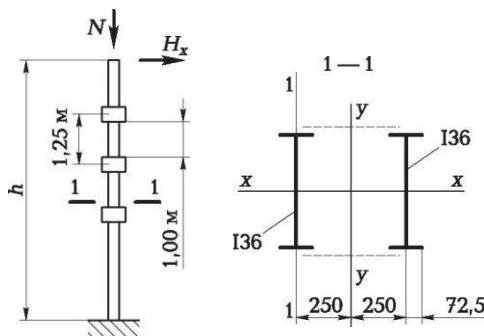
$$m = 2,63 \cdot 2 \cdot 61,9 \cdot 25 / (2 \cdot 39\,203) = 0,104;$$

$$\phi^{BH} = 0,882 - 0,125 \cdot 0,004/0,25 - 0,022 \cdot 3/10 = 0,873;$$

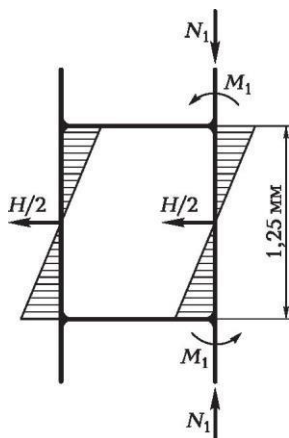
$$\sigma = 190\,000 / (0,873 \cdot 123,8) = 1\,760 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

2. Кезеңнің әрекеті бетінен беріктікті тексереміз: саладағы ең үлкен күш

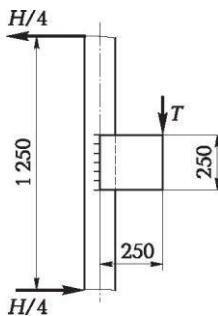
$$N_{j\max} = 190/2 + 5/0,5 = 105 \text{ тс};$$



6.8-ші сурет. Орталықтан тыс сығымдалған колоннаның есептелінетін сызбасы



6.9-шы сурет. Жергілікті иілуді ескере отырып, колоннаның жеке саласының беріктігін тексеруге арналған сызба



6.10-шы сурет. Жалғаушы планкаларды есептеуге арналған сызба

$$\gamma_{1x} = 2 \cdot 500 / 14,7 = 68; \varphi = 0,82;$$

$$\sigma = 105\,000 / (0,82 \cdot 61,9) = 2\,070 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

3. Жергілікті иілуді ескере отырып, жеке саласының беріктігін тексереміз (6.9-ші сурет):

$$N_1 = 105 \text{ тс}; M_1 = 1 \cdot 1,25 / 4 = 0,312 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$e_1 = 0,312 / 105 = 0,003 \text{ м} = 0,3 \text{ см};$$

$$m_1 = 0,3 \cdot 61,9 \cdot 7,25 / 516 = 0,26; 1 = 35;$$

$$\varphi^{\text{BH}} = 0,857 - 0,099 \cdot 0,01 / 0,25 = 0,853.$$

$\varphi^{\text{BH}} > \varphi$ тең болғандықтан, кернеуді тексеруді жүргізудің қажеті жоқ.

4. Жалғаушы планкаларға есептеме жүргізуді орындаймыз (6.10-шы сурет). Нақты кесуші күш $Q = N = \text{тс}$ шартты кесуші күш

$$Q_{\text{шарт}} = 20 \cdot 123,8 \cdot 10^{-3} = 2,48 \text{ тс} > Q$$

Планкаларды есептеуді шартты көлденең күшті ескере отырып есептейміз

$$T = 2,48 \cdot 1,25 / (2 \cdot 0,5) = 3,1 \text{ тс}.$$

$$M = 3,1 \cdot 0,25 = 0,775 \text{ тс} \cdot \text{м}.$$

Жіктің жұмыс ұзындығы $l_{жк} = 25 - 1 = 24$ см; жіктің биіктігі $h_0 \equiv 8$ мм.
Жіктің аумағы

$$F_0 \equiv 0,7 \cdot 0,8 \cdot 24 = 13,4 \text{ см}^2.$$

Жік кедергісі кезңі

$$W_{жк} = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 24^2 / 6 = 53,8 \text{ см}^3.$$

Бұдан

$$\tau_{жк} = [(3 \cdot 100 / 13,4)^2 + (77 \cdot 500 / 53,8)^2]^{0,5} = 1 \cdot 460 \text{ кгс/см}^2 < 1 \cdot 500 \text{ кгс/см}^2.$$

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар мен материалдар

1. Өртүрлі орталықтан тыс сығымдалған дәнекерленген колонналардың нұсқалары жиынтығы.
2. Сипаттамалары, сызбалары, сызбанұсқалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімін оқу.
2. Оқытушыдан орталықтан тыс сығымдалған колонналардың сызбалары нұсқаларын алу.
3. Орталықтан тыс сығымдалған колонналардың сызбасын сызу
4. Орталықтан тыс сығымдалған колонналарды есептеу тәртібін таңдау.
5. Орталықтан тыс сығымдалған колоннаның беріктігіне, төзімділігіне және сырықтарының иілгіштігіне есептеулерді орындау.

№ 6 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыс орындалған күн _____

Орталықтан тыс сығымдалған колоннаның қимасы сызбасы

Орталықтан тыс сығымдалған колоннаның жүктелуі сызбасы

Колоннаның беріктігін және төзімділін есептеу

Орталықтан тыс сығымдалған колоннаны орындау нұсқаларын
салыстыру

Жұмыс бойынша қорытындылар _____

Оқушының қолы _____

Оқытушының қорытындысы _____

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Колонналар қандай белгілері бойынша жіктеледі?
2. Тұтас дәнекерленген колоннаның өзегінің қимасын таңдаудың жүйелігі қандай?
3. Колоннаның қиығын беріктікке қалайша қорытынды тексереді?
4. Өтпелі колоннаның өзегі есептеуінің ерекшелігі қандай?
5. Орталықтан тыс сығымдалған өтпелі колоннаның беріктігін тексеруді қандай жүйелікпен жүргізеді?
6. Базаның колонналарын қандай сызба бойынша есептейді.
7. Колонна төбесінің есептеудің жүйелігі қандай?
8. Колонналардың зауыттық және монтаждық түйіспелері не болып табылады?

ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН ФЕРМАЛАР

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

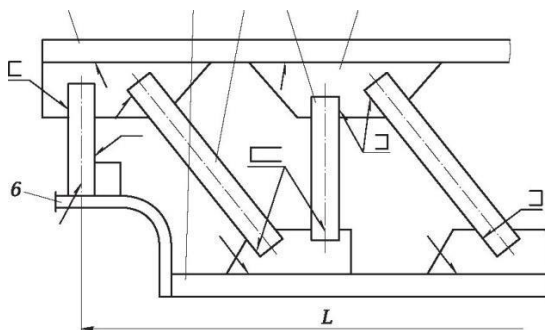
Дәнекерлеу фермалары конструкциясы. *Ферма* деп иілуге арналған торлы конструкцияларды атайды. Мұндай конструкция элементтері тораптарда топсалы қосылған, геометриялық өзгермейтін өтпелі сырықтық жүйе болып табылады.

Дәнекерленген фермаларды, дәнекерленген аралықтарды пайдалану экономикалық тұрғыда тиімсіз (метал шығын бойынша) болып табылатын үлкен аралықтарда қолданады. Арқалықтармен және бағандармен салыстырғанда фермалар дәнекерлеу конструкцияларының неғұрлым үнемді элементтері болып табылады. Фермаларға арқалықтарға қарағанда, тек бойлық созылатын немесе сығымдайтын күштер ғана түседі. Жүктеудің мұндай сипаты, материалдың көтеру қабілетін толығырақ пайдалануға және белгіленген жүктемені беруге және қабылдауға деген оның шығындарын шұғыл төмендетуге мүмкіндік береді.

Фермалардың конструктивті элементтеріне белдіктер, қиғаш тіреулер, бағандар, жалғау элементтері (косынкалар, фланецтер) жатады. Мысалы, 7.1-ші суретте бейнеленген ферманың жалпақ элементтері, 1 жоғарғы белдік, 2 төменгі белдік, 3 қиғаш тіреулер, 4 бағандар, 5 косынкалар, 6 тірек құрылғыларының дәнекерлеу тораптары болып табылады.

Фермалар торларының типтері бойынша үшбұрышты торлы (7.2, а суреті), шпренгельдері бар үшбұрышты торлы, аркалы сегментті болып бөлінеді. Үшбұрышты торлы фермаларға, қиғаш тіреулердегі түсетін күштер белгілерінің кезектесуі тән, яғни созылған қиғаш тіреулер сығымдалғандармен кезектесіп отырады. Қиғаш торлары бар конструкцияларды, бойлық имекте, қиғаш тіреулер емес неғұрлым қысқа өзектер – бағандар, жұмыс істейтіндей етіп жобалау қажет. Егер, жүктемелер жоғарыдан төмен қарай түссе (мысалы, ауырлық күші), онда 7.1-ші суретте бейнеленген сызба тиімді болып табылады.

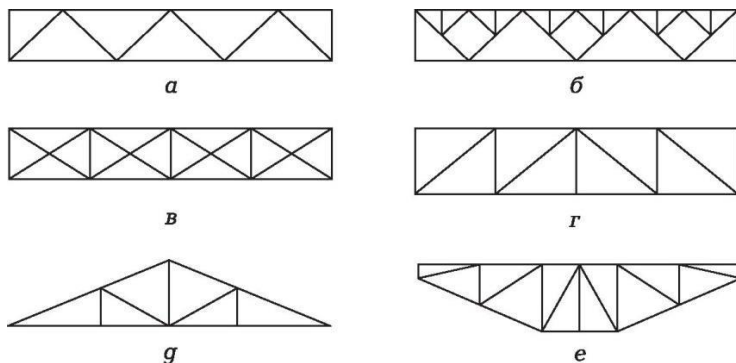
Белдіктердің көрінісі бойынша жалпақ фермалар тік бұрышты (параллельді белдікті — 7.2, а ... г суреттері), үшбұрышты (7.2, д суреті) және аркалық (7.2, е суреті) болып бөлінеді.



7.1-ші сурет. Жалпак ферма элементтері:

1 — жоғарғы белдік; 2 — төменгі белдік; 3 — қиғаш тіреу; 4 — баған; 5 — косынқа; 6 — тірек құрылғысы

Заманауи типтік фермаларды, әдетті параллельді белдіктермен және құрылыс көтеруі есебінен қамтамасыз етілетін 1,5 %-ға дейінгі жоғарғы белдіктің еңісімен орындайды. Мұндай конструкциялар тораптық түйісулер мен тор элементтерінің бірегейленулерінің арқасында дайындауды еңбекті көп қажет етпейді.



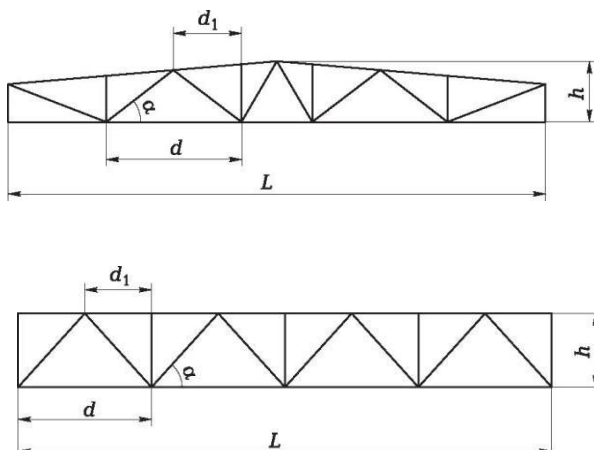
7.2-ші сурет. Торлардың әртүрлі типтері және белдіктер көріністері бар фермалар:

a — үшбұрышты торлы; бшпренгельдері бар үшбұрышты торлы;;
б — арнайы торлы; *в* — қиғаш үшбұрыш торлы; *д* — қиғаш торлы; *е* — аркалы (сегментті)

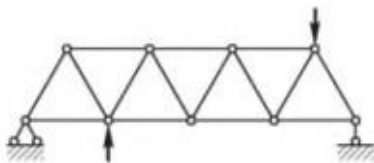
Элементтерінің кеңістікте орналасуы бойынша, торлы конструкцияларды жалпақ және кеңістікті деп бөледі. 7.2-ші суреттегі фермалар жалпақ жүйелер түрінде көрсетілген. Жалпақ конструкциялар, ферманың жалпақтығынан тыс әрекет ететін жүктемелерге кедергі келтірмейді, сондықтан оларды екі немесе бірнеше жалпақ торлы жүйелерден кеңістіктік конструкцияларды қалыптастыратын элементтермен бекітеді. Мұндай элементтер байланыстар деп аталады. Олар тігінен де, сонымен бірге көлденең беттерде орналасулары мүмкін.

Жалпақ торлы конструкциялардың негізгі параметрлері (7.3-ші сурет): аралық ұзындығы L (тіректер арасындағы қашықтық), биіктік h және қиғаш тіректердің қисаю бұрышы α . Аралық, әдетте берілген болады, албасқа параметрлерді таңдау қажет.

Ферманың көлемдерін анықтау барысында, оның биіктігі жоба бойынша берілуі мүмкін, немесе есептеу барысында, оны 3,85 м биіктігі бойынша габариттік көлемді ескере отырып оңтайлы етіп қабылдайды. Ферманың оңтайлы биіктігін ферманың аралығына және тор типіне байланысты белгілейді және пайдалану талаптары ескерілген үнемділік және қаттылықты қамтамасыз ету шарттарынан анықталатын минималды талаптармен салыстырады. Заманауи фермаларда биіктік қаттылық және иілу шарттары бойынша минималды рұқсат етілгенге жақындайды. Шатыр тіреуіш фермаларға қатысты $L/h = 6... 10$; R есептік кедергілі болаттан жасалынған белдікті конструкциялар үшін $= 300.350$ МПа биіктігі $h > (1/15.1/12) L$; аралық ұзындығы $18...30$ м $h = 1,5.2,6$ м; көпірлі крандар фермалары үшін $L/h = 12... 16$ м.



7.3-ші сурет. Фермалардың негізгі параметрлері



7.4-ші сурет. Фермаларға жүктемені беру сызбасы

α бұрышын үшбұрышты конструкциялар үшін 45° тең деп және қиғаш тіреулі конструкциялар үшін 33.55° деп қабылдау ұсынылады. Масса минималды болатын, L/h және қиғаш тіреулердің қисаю бұрыштарының лайықты қатынастары, конструкцияға ықпал ететін жүктемелерге тәуелді болады және көрсетілген мәндерден ерекше болулары мүмкін.

Ферманың элементтеріне иілгіш күштер және кесуші күштер түспеулері үшін (немесе бұл кезеңдер мен күштер минималды болулары үшін), келесі шарттарды сақтау қажет: 1) ферманың элементтерінің тораптардағы өзектік сызықтары бір нүктеде кездесулері; 2) ферма элементтері тік сызықты болулары; 3) фермаға түсетін жүктеме тораптық болуы, яғни тек ферманың тораптарына берілулері қажет (7.4-ші сурет).

Ферма тораптарындағы түйісулер қатаң орталықтандырылулары тиіс. Есептемелер үшін, ферманың торапта элементтерді жалғауға арналған топсалық жалғаулары бар деп қабылдайды, яғни конструкция элементтерінде тек бойлық күш ғана әрекет етеді.

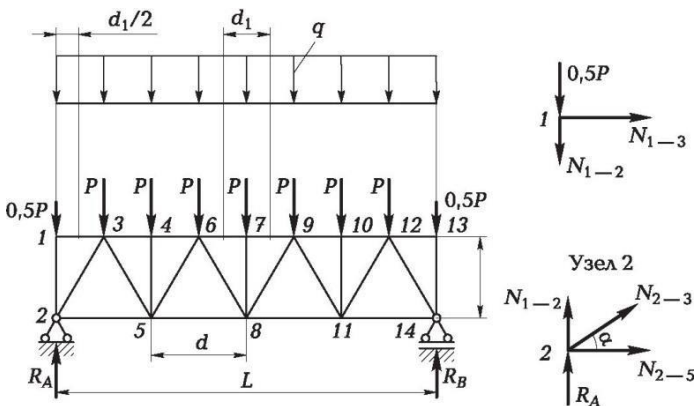
Аралығының ұзындығы 18 метрлік ферма монтаждауға тұтас жеткізіледі; 24-тен 30 м аралағындағы аралықтарда – тиісінше ұзындықтары 12 және 15 м болатын екі жіберу маркалары түрінде, аралығының ұзындығы 36 м болса – ұзындықтары 12 м болатын үш жіберу маркалары түрінде жеткізілетін болады.

Фермаларды есептеу жүйелігі.

1. Ферманың жүктеме астындағы есептік сызбасы жасалынады. Біркелкі бөлінген жүктемені, тораптарда шоғырландырылған жүктемелерге алып келеді (7.5-ші сурет). Фермаға түсетін есептік тораптық шоғырландырылған жүктемелерін келесі формула бойынша табады $P = qd_1$ бұл жерде q — есептік погондық жүктеме; d_1 — жоғары белдік тораптары арасындағы қашықтық.

Фермаға ықпал ететін қосымша күштерді, техникалық тапсырмаға сәйкес қабылдайды. Бұл күштерді ферманың тораптарына шоғырландырылған жүктемелер ретінде түсіру қажет.

2. Ферманың тіректеріндегі реакцияны анықтайды (теориялық механика ережелері бойынша); сонымен бірге ферманы топсалы-жылжымайтын және топсалы тәрізді екі тіректерде орналасқан арқалық ретінде қарастырады.



7.5-ші сурет. Параллельді белдіктері бар фермалар бағандарындағы және қиғаш тіреулеріндегі күштерді анықтауға арналған сызба

3. Тораптар топсалар болып табылады деп болжам жасай отырып, ферманың өзектеріндегі күштерді анықтайды.

Ферма элементтеріне тораптардағы түскен статикалық жүктемелерден келетін бойлық күштерді, графикалық немесе аналитикалық тәсілмен анықтайды. Еңкіш белдікті фермаларда, барлық өзектердегі күштер бір мезетте анықталулары мүмкін неғұрлым оңтайлы тәсіл, Максвелл-Кремона диаграммасын құруға негізделген графикалық тәсіл болып табылады.

Тораптарды кесу әдісі неғұрлым жиі қолданылады. Мұнымен бірге, төмендегідей әрекет етеді: а) белгісіз күштері бар өзектердің минималды саны болатын торапты белгілейді; б) белгісіз күштері бар өзектердегі ішкі күштерді сыртқы күштермен алмастырады және оларды барлық өзектер созылған деп болжап, тораптан сыртқа бағыттайды; в) жүйені теңестіреді, яғни, теңдік шартынан өзектердегі күштерді анықтайды (жалпақ ферма үшін $\sum P_x = 0$; $\sum P_y = 0$; $\sum M = 0$). Егер, есептеу барысында күш мәні «минус» белгісімен болатын болса, өзек іс жүзінде сығымдалған.

Мысалы, 7.5-ші суретте көрсетілген ферманың 1 — 2, 1 — 3 өзектеріндегі күштерді анықтау үшін, 1 торапты кеседі, 1 тораптан бөлек, барлық қолданыстағы күштері бар барлық фермаларды алып тастайды.

1 — 2 және 1 — 3 өзектеріндегі ішкі күштерді, сыртқы күштермен алмастырады және оларды тораптан сыртқа қарай бағыттайды.

Сонда

$$\Sigma P_y = -0, 5 P - N_{1-2} = 0, \quad (7.1)$$

бұдан

$$N_{1-2} = -0,5P. \quad (7.2)$$

Осылайша, 1—2 өзегі сығымдауға жұмыс істейді.

Егер, торапта екі өзек болған және торапта жүктеме болмаған жағдайда, екі өзек та жұмыс істемей тұр дегенді білдіреді; егер, торапта екі өзек болған және күш бірінің бойымен бағытталған жағдайда, онда екінші өзек жұмыс істемей тұр дегенді білдіреді; егер, торапта үш өзек болған, олардың екеуі бір-бірінің жалғасы және торапта жүктеме болмаған жағдайда, онда жеке бағытталған өзек жұмыс істемей тұр дегенді білдіреді;

1 — 3 өзегі жұмыс істемейді, өйткені

$$\Sigma P_x = N_{1-3} = 0. \quad (7.3)$$

2 — 3 және 2 — 5 өзектеріндегі күштерді анықтау үшін, 2 торапты кесіп алады (7.5-ші суретті қараңыз) және операцияларды 1 торапқа арналған жүйелікте орындайды.

Төмендегіні ескере отырып

$\Sigma P_y = R_A + N_{1-2} + N_{2-3} \sin \alpha = 0$, ал $N_{1-2} = -0,5P$,
келесіні аламыз

$$\Sigma P_y = R_A - 0,5P + N_{2-3} \sin \alpha = 0,$$

бұдан

$$N_{2-3} = \frac{0,5P - R_A}{\sin \alpha}; \quad (7.5)$$

$R_A > 0,5P$ болғандықтан, 2—3 өзегі сығымдауға жұмыс істейді.

$\Sigma P_x = 0$ шартынан

$$\Sigma P_x = N_{2-3} \cos \alpha + N_{2-5} = 0. \quad (7.5)$$

(7.4) көріністі (7.5) теңдеуге қоя отырып, келесіні аламыз

$$\Sigma P_x = \frac{(0,5P - R_A)}{\sin \alpha} \cos \alpha + N_{2-5} = 0; \quad (7.6)$$

бұдан

$$N_{2-5} = \frac{(Ra - 0,5P) \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (7.7)$$

$\alpha = 45^\circ$ $\sin \alpha = \cos \alpha$ жағдайында,
яғни, 2—5 өзегі созуға жұмыс істейді.

Өзектердегі 1 тораптан 14 торапқа қарайғы күштерді жүйелі түрде анықтау барысында, есептеудің дұрыстығын 14 тораптағы теңдік шарттарын орындау растайды.

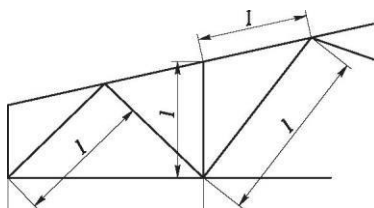
4. Сығымдалу немесе созылудың бойлық күштеріне жұмыс жасайтын, фермалардың өзектерінің есептік ұзындықтарын табады (7.6-шы сурет).

Созылған өзектердің беріктігі олардың ұзындықтарына тәуелді емес, бірақ олардың иілгіштігі жобалау нормаларымен шектелген және, тиісінше, өзектердің иілгіштігін анықтау үшін, сонымен қатар олардың есептік ұзындықтарын білу қажет. Беріктікті жоғалтумен анықталатын, сығымдалған өзектің көтеруге қабылеттілігі, оның есептік ұзындығына тәуелді.

Жалғыз бұрыштамалардан жасалынған фермалардың сығымдалған элементтерінің есептік ұзындықтары, олардың белдіктер мен тірек қиғаш тіреулеріне арналған ферманың бетіндегі бекітілуі нүктелері арасындағы бірдей қашықтық жағдайында l тең деп, ал ферманың бетіндегі тордың басқа элементтері үшін — $0,9l$ тең деп қабылданады, бұл жерде l — аралық ұзындығы.

5. Ферма элементтерінің қимасын таңдайды, бойлық иілу коэффициенттерін анықтайды, конструкциялар тораптарын, дәнекерленген фермаларды жобалау бойынша ортақ талаптарды басшылыққа ала отырып, ҚНЖЕ ұсынылымдарына сәйкес есептейді.

Жеткілікті беріктік, қаттылық және үнемділік талаптарына сәйкес өзектерді, олардың көлденең қималарындағы есептік кернеулер шамалары бойынша рұқсат етілетіндерге жақын болатындай етіп жобалау қажет. Шамалы шамадағы бойлық күштердің ықпалын сезінетін өзектердің көлденең қималарын, қажетті қаттылықты қамтамасыз ету шартына сәйкес жобалайды.



7.6-шы сурет. Өзектердің есептік ұзындықтарын анықтауға арналған

сызба

Өзектердің оңтайлылық үшін жүктелуінің әртүрлі шарттарына қарамастан, оларды дайындау, әдетте үш, төрт прокаттық профильдердің типтік көлемдерімен шектеледі. Екі типтік көлемдердегі профильдерді белдіктер үшін пайдаланады, үшіншісін – қиғаш тіреулер үшін, төртіншісін – бағандар үшін пайдаланады. Сонымен бірге, бірқатар сырықтар шамадан тыс қатты болады, бірақ конструкцияның массасының ұлғаюы дайындау құнының төмендеуімен өтеледі.

Типтік фермаларда тор жұптас бұрыштамалардан қарастырылған. Төсемелер арқылы екі бұрыштамадан немесе швеллерлерден жасалынған сырықтар тұтас қабырғалы деп саналады.

Айтарлықтай күш түскенде, фермалардың белдіктерінде, өзектердің қималарын таңдауды, әртүрлі болаттарды пайдалануды есепке ала отырып жасауға болады (мысалы, белдіктер төмен қоспаланған болаттан, торлар элементтері – төмен көміртекті болаттан орындалулары мүмкін).

Сығымдалған өзектердің қималарын таңдау талап етілетін аумақты анықтаудан басталады.

$$F_{\text{тр}} = N / \varphi [\sigma]. \quad (7.9)$$

Бұл көріністе $F_{\text{тр}}$ талап етілетін аумақ және φ бойлық иілу коэффициенті белгісіз болғандықтан, әдетте өзектің иілгіштігі ұсынылады

$$\gamma = I / i, \quad (7.10)$$

өзектің жүктелуі деңгейін және жұмыстың сипатын ескере отырып, және белгіленген иілгіштік бойынша φ тиісті шамасын және $F_{\text{тр}}$ аумағын табады. (7.10) формулада I — кестелер бойынша қабылданатын өзектің есептік ұзындығы; i — оның аумағына тәуелді қиманың инерциясы радиусы, $i = (J/F)^{1/2}$.

Сосын қима инерциясының талап етілетін радиустары табылады:

$$i_x = \frac{i_x}{\lambda}; i_y = \frac{i_y}{\lambda};$$

Талап етілетін инерция радиустарына және қима аумағына сәйкес, сәйкес келетін профильдің лайықты сортаменті таңдалады. Кестелік мәндердің талап етілетін мәндермен сәйкессіздігі жағдайында, екінші жақындағанда иілгіштікті, φ коэффициентін және кернеуді анықтайды. Әдетте, екінші жақындау жеткілікті дәрежеде дәл болып табылады.

Созылған өзектер қималарын таңдауды, $F_{\text{тр}} = N / [\sigma]$ формуласын пайдалана отырып өзектің көлденең қимасының талап етілетін аумағын

анықтаудан бастайды. Фермалардың шамалы ғана күш түсетін өзегінің қимасын таңдауды (үшбұрыш тордағы қосымша бағандар, фермалардың ортаңғы панельдеріндегі қиғаш тіреулер, байланысэлементтері және т.б.), дәнекерлеу фермаларын жобалау нормаларымен белгіленген шектік иілгіштік бойынша жүргізу қажет.

I созылған өзектің есептік ұзындығын және $[\lambda]$ шектік иілгіштік мәнін біле отырып, ол бойынша сортаментте ең төменгі аумаққа ие қиманы таңдайды, одан кейін кернеуді есептеп шығаратын инерцияның талап етілетін радиусын анықтайды $i_{mp}=I/[1\lambda]$

Жүктемелер ферманың тораптарынан тыс орындарға түскенде (7.7-ші сурет), белдіктерілуші кезеңдер мен бойлық күштердің бірлескен әрекеттеріне есептелулері қажет:

$$\sigma = \pm \sigma_m \pm \sigma_N \leq [\sigma], \quad (7.12)$$

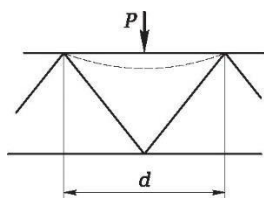
бұл жерде, $\sigma_m = \frac{m}{W} \leq [\sigma]; \sigma_N = \frac{N}{A} \leq [\sigma];$

Типтік фермалар элементтерін жобалау ерекшеліктері.

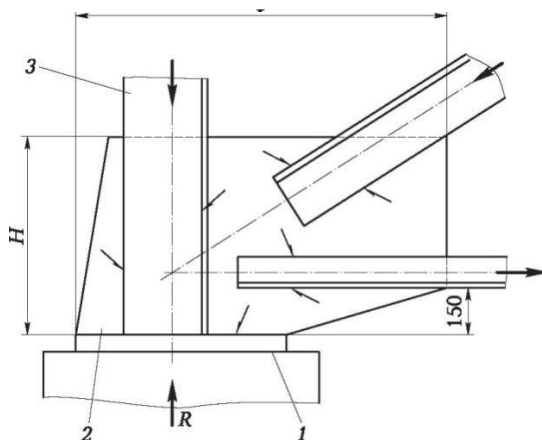
Аралығының ұзындығы 30 м-ге дейін болатын жеңіл фермаларда, әдетте белдіктерді тұрақты қима бүкіл ұзына бойына қабылдайды. Белдіктің қимасы түйісуіндегі өзгерістер жағдайында, сортаментті сөренің енін өзгерту есебінен ғана өзгерту мақсатты. Профильдің қалыңдығын қаптамалармен жабудың ыңғайлылығы үшін, түйіспенің қос қапталынан да бірдей етіп сақтау мақсатты. Төменгі белдіктің қимасы типі, әдетте жоғарғы белдіктің қимасы типіне сәйкес келді.

Қиманы анықтап (белгіленген профильдер ассортименті мен ортақ конструктивтік талаптарға байланысты), оны қолданыстағы кернеулерді ескере отырып тексеруді жүзеге асырады.

Фасонкалардың қалыңдықтарын, торлардың өзектеріндегі қолданыстағы күштердің шамаларына байланысты, ферманың барлық тораптарында бірдей етіп қабылдауға тырысады. Торлар сырықтардағы күштердің айтарлықтай айырмашылықтары жағдайында, жіберу элементі шегіндегі екі қалыңдықты қабылдауға болады.



7.7-ші сурет. Белдіктің жергілікті иілуі.



7.8-ші сурет. Ферманың тірек торабын есептеуге арналған сызба:

1 — тірек плитасы; 2 — фасонка; 3 — тірек бағаны

Іргелес тораптардағы фасонкалардың рұқсат етілетін айырмашылығы 2 мм тең. Тірек торабы неғұрлым кернеулілердің бірі болып табылады. Фермалардың тірек тораптарының конструкциясы, колоннамен ферманың түйісулері тәсіліне тәуелді. Төменде жатқан конструкцияға топсалы сүйену жағдайындағы жұп бұрыштамалардан жасалынған фермалардың тірек тораптары, 1 тірек плитасынан және 2 фасонкадан тұрады (7.8-ші сурет). Ферманың тірек плитасына қысымы, айқасқан қиманың қатты тірегін түзетін, 3 тірек бағанына фасонка арқылы беріледі. Белдік пен тірек қиғаш тіреуінің өзектерін, тірек бағанының өзегіне орталықтайды, нәтижесінде ферманың тірек реакциясы бағананың ауырлық орталығы арқылы өтеді.

Тірек плитасының аумағын тіреу материалының көтеру қабілеті бойынша анықтайды:

$$A_{пл} = R/[\sigma], \quad (7.13)$$

бұл жерде R — ферманың тіреу реакциясы; $[\sigma]$ — сығымдалуға жұмыс жасағандағы тіреу материалының рұқсат етілетін кернеуі.

Тірек плитасының қалыңдығын колонна базаларындағыдай анықтайды. Анкерлік бұрандалар үшін тірек плитасында, диаметрі бұрандадан 2 – 2,5 есе артық болатын, тесіктер жасайды. Ферманы орнатқаннан және тексергеннен кейін, тесіктерді монтаждау барысында тірек плитасына пісіретін тік бұрышты шайбалармен жабады.

Тірек фасонкасының көлемдерін дәнекерлеу жіктерін рәсімдеуге қойылатын конструктивті талаптарға және сортаменттерге сәйкес белгілейді.

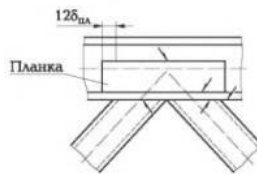
Тұйықталған қима өзектері бар фермалар. Тұйықталған қима өзектері бар фермаларды жобалау әдеттегі жүйелікте жүзеге асырылады, бірақ бірқатар ерекшеліктері де бар.

Фермаларда үш түрлі құбырлар қолданылулары мүмкін. Дөңгелек, тік бұрышты иіліп дәнекерленген және прокаттық бұрыштамалар немесе швеллерлерден дәнекерленген. Қималардың үш типінен, дайындау мүмкіндіктерін ескере отырып, нақты жағдайдағы неғұрлым үнемдісін қабылдайды.

Дөңгелек, тік бұрышты иіліп дәнекерленген құбырлардың қалыңдығын таңдау барысында, сығымдалған сырықтардың жергілікті беріктігін, сонымен қатар олардың фермалар тораптары аймағындағы беріктіктері мен жергілікті төзімділіктерін қамтамасыз ету талаптарын ескеру қажет. Салыстырмалы шағын күштері бар өзектерде (1 000... 1 300 кН-ға дейін) иіліп дәнекерленген тік бұрышты жұқа қабырғалы құбырлар, ал үлкен күшті сырықтарда – прокаттық профильдерден жасалынған дәнекерленген құбырлар (бұрыштамалар мен швеллерлер) неғұрлым тиімді. Дөңгелек құбырлар жергілікті төзімділік шарттары бойынша жұқа қабырғалы болулары мүмкін, бірақ тораптық түйісулер аймақтарындағы құбырлардың беріктіктері мен жергілікті төзімділіктерін қамтамасыз етудің қажеттілігінен, олардың қалыңдықтарын есептілікке қарағанда айтарлықтай қалыңдатуға тура келеді. Бұдан бөлек, дөңгелек құбырлар тапшы, сондықтан фермаларда оларды арнайы негіздеме және тиісті жабдық болған жағдайда ғана қолдану қажет.

Дөңгелек жән тік бұрышты құбырлардан жасалынған фермалардың негізгі артықшылықтары, тұйықталған қиманың өзектерінің ерекшеліктерімен байланысты. Мұндай құбырлар үшін бұрандадағы қаттылық, ашық қималармен салыстырғанда ондаған есе үлкен, инерция радиусы тән, қабырғалардың шамалы қалыңдығына рұқсат етіледі. Бұл металды сығымдалған және орталықтан тыс сығымдалған өзектерде, әсіресе жоғары және артық беріктікте неғұрлым тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұдан бөлек, құбырлар татқа төзімді (ішкі бетін герметикаландыру жағдайында), өйткені коррозияға сезімтал беті шамалы ғана. Олардың қимасында бұрыштар түріндегі коррозия концентраторлары жоқ және басқа да қималардың өзгерістері жоқ. Құбырлар қарау және бояу үшін қол жетімді (мұныңнәтижесінде пайдаланушылық шығындары төмендейді). Құбырлы фермаларда сырықтардың түйісулерін фасонкаларсыз жүзеге асыруға болады. Тордың және кең сөрелі екі таврдан жасалынған ферманың белдігінің түйісу торабы 7.9-шы суретте көрсетілген. Екі таврды арнаулы элементтермен күшейту қажет.

7.9 -шы сурет. Планкалармен күшейтілген ферма торабы



Мұндай түйісу металды үнемдеуден бөлек, фермалардың монтаждау барысындағы үлкен беріктігін және сүйретпе болат арқаннан бас тарту мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Дөңгелек құбырлардан жасалынған типтік фермалардың тіреулерінде белдіктер өзектері арасындағы 2 900 мм биіктікке ие, олардың торы – қосымша бағандары бар үшбұрышты. Белдіктер үшін диаметрі 50...426 мм болатын тік жікті электрмен дәнекерлеу құбырларын қолданады (МемСт 10704—76*) диаметром 50...426 мм. Көршілес қиғаш тіреулер арасындағы қашықтықты дәнекерлеу жіктерінің орналасулары шартына байланысты қояды. Монтаждық түйіспелерді қаптамаларда немесе фланецтерде орнатады.

Тік бұрышты құбырларға қиғаш тіреулерді жалғау оңай, өйткені фигуралық емес, тіктері қажет болады. Фермалардың белдіктері қызметін атқаратын тік бұрышты құбырларға, аралықтарды немесе төсемдерді сүйеген ыңғайлы, ондай белдіктер бойынша монтаждаушыларға қозғалу қауіпсіз болып табылады.

Типтік жобаларда қолданылатын тораптардан бөлек, тораптық түйіспелердің басқа да конструкциялары болады. Бірінші кезекте, ұштары майыстырылған қиғаш тіреулерді пайдалануды айтқан жөн. Цилиндрлік немесе жартылай дөңгелек (призматикалық) ендірмелердің көмегімен тораптардың өзектердің түйісулері мүмкін.

Тұйықталған қималы өзектері бар фермаларда, параллельді белдіктерді пайдалану тиімді. Өйткені тораптардың конструкциялары оңайланады, тік бұрышты құбырлардағы кесу орындары бірдей бұрышпен жасалынады. Мұндай фермаларды дайындау неғұрлым технологиялық.

Болаттың маркасын таңдағанда, әдеттегі көріністерді басшылыққа алады: фермалардың неғұрлым жүктеме атындағы өзектерінде (белдіктер, тірек қиғаш тіреулері), жоғары беріктіктегі болатты қолданған жөн ($R = 290.350$ МПа). Қиманың тұйықталған қалпы болатты тиімді пайдалануға мүмкіндік беретінін ескеру қажет. Тордың жүктемесі шағын элементтерінде (300... 400 кН-ге дейінгі), әсіресе егер, қима көлемдері конструктивтік көріністер бойынша белгіленетін болса, есептік кедергісі $R = 210... 250$ МПа болатын төмен көміртекті болатты қолданған тиімді.

Тұйықталған қималы сырықтары бар фермаларға арналған торлар неғұрлым қарапайым болулары қажет, өйткені бес және одан да көп өзектердің түйінделуі тораптың конструкциясын айтарлықтай

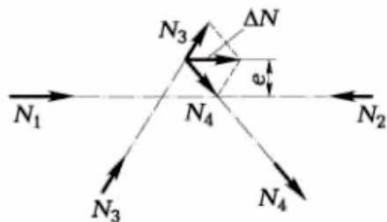
күрделендіреді. Неғұрлым тиімдісі үшбұрышты тор немесе қосымша бағандары бар үшбұрыш болып табылады. Прокаттық элементтермен түзілген, тікбұрышты дәнекерленген құбырлардан жасалынған фермаларда, төмен қиғаш тіреулі торларды пайдаланған тиімді. Бұл қиғаш тіреулерді, белдіктердің қапталдарына бекітілетін екі бұрыштықпен жобалауға болады.

Конструктивті сызбаның есептілікке сәйкес келуі үшін, дәнекерлеу фермалары өзектерін, қималардың ауырлық орталықтары арқылы өтетін өзектер бойынша орталықтандыру қажет. Егер, өзектердің өзектері бір нүктеде кездеспесе, тиісті күштер тең болмайды және торапта қосымша иілу кезеңі пайда болады. $M = \Delta Ne$ (рис. 7.10). Тораптар конструкциясын фермаларды дайындаудың технологиялығын қамтамасыз ету шартына сәйкес таңдайды. Қиғаш тіреулерде қосарланған кесуге жол бермеу үшін, тұйықталған қималардың иілуге жұмыс істеу үшін жеткілікті қаттылығын ескере отырып, тораптардағы бірқатар орталықтандырмауға баруға тура келеді.

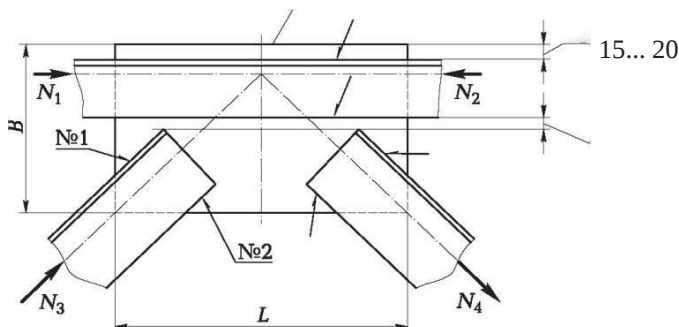
Фермалардың монтаждау түйіспелерін орналастыру жоғарғы және төменгі белдіктерде орналастыру, тасымалданатын марканың ұзындығының 12...18 м (вагондар габариттеріне байланысты) құрайтындығын ескере отырып жүзеге асырылады. Бұдан бөлек, метал конструкциялары зауыттарында үлкен ұзындықтағы маркаларды тасымалдау және бұру өте қиын. Осыған байланысты неғұрлым оңтайлы ұзындық 12...15 м. Түйіспелерді жоғары беріктіктегі бұрандаларды пайдалана отырып фланецпен жасаған тиімді.

Дәнекерлеу фермаларын конструкциялау мен есептеудің негізгі принциптері. Фермалардың элементтерін жалғауды есептеу, өзектерді тораптағы фасонкаға бекітетін жіктердің талап етілетін ұзындықтарын, сонымен бірге фасонкалардың габариттік көлемдерін (B және L) анықтаудан тұрады.

Өзектерді (бұрыштықтарды) фасонкаға бекітетін №1 және № 2 дәнекерлеу жіктерінің есебін, есептік сызбасына сәйкес жасайды.



7.10-ші сурет. Торап өзектерін орталықсыздандыру барысындағы иілу кезеңінің пайда болуын түсіндіруші сызба



7.11 -ші сурет. Ферма элементтерін дәнекерлеп жалғауды есептеуге арналған сызба

Фасонканы белдікке бекітетін жіктерді, белдіктің іргелес панельдеріндегі күштердің айырмашылықтары бойынша есептейді:

$$N = N_2 - N_j \quad (7.14) \quad a = 40 \dots 50$$

$N_2 > N_1$ төмен деген шартта.

Егер, торапқа шоғырланған жүктеме түскен жағдайда, онда фасонканы белдікке бекітетін жіктер, іргелес панельдердегі N және N_2 күштері айырмашылықтарын және P жүктемесінен тең әрекет ететін күштерді қабылдайды. Фермалар тораптарындағы торлардың өзектерін фасонкаға минималды қалыңдықтағы жіктермен бекітеді. Қаптал жіктерінің ұштарын өзектің бүйіржағына 20 мм шығарады. Бұрыш жігінін катетін белгілеп, өзектерді бекітетін жіктер ұзындығын анықтайды.

Фасонка және тірек бағаны, келесі формула бойынша тіреу реакциясына есептелінген, көлденең бұрыштық жіктермен тірек плитасына бекітіледі.

$$\tau_{ж} = \frac{R}{\beta K \Sigma l_{ж}} \leq [\tau]; \quad (7.15)$$

Тірек бағанын фасонкаға бекітетін тік бұрыштық жіктер, әдеттегі шаршылық плитада, тірек реакциясының жартысына тең күшке есептелінген:

$$\tau_{ж\ p} = 0.5 \frac{R}{\beta K \Sigma l_{ж}} \leq [\tau]; \quad (7.16)$$

Элементтерді фасонкаға бекітетін жіктердің ұзындығын анықтап, оның габариттік көлемдерін (ұзындығы мен биіктігі) белгілейді.

Қисық түйіспе жіктері $\alpha \leq 67^\circ$ еңкею бұрышы жағдайына, негізгі металға тең және оның беріктігі есептелінбейді.

Ферма өзегінің иілгіш кезеңдері ескерілген беріктігін, орталықтан тыс сығымдалған өзектерге арналған етіп анықтайды. Элементтер өзара топсалы жалғанған, ал элементтердің геометриялық өзектері тораптық нүктелерде кездеседі деп есептейді. Элементтерді дәнекерлеу, бір жағынан бүкіл конструкцияны топсалы есептік сызбасымен салыстырғанда неғұрлым қатты жасайды, басқа жағынан элементтердің жүктелуін айтарлықтай дәрежеде өзгертеді: оларда бойлық күштерден бөлек, иілу кезеңдері де пайда болады. Бұл жағдайда, жергілікті төзімділікті бағалаған жағдайда, элементтің есептілік сызбасы, ұштары бойынша топсалы тірелген сырық емес, сығымдалға қыспалары бар өзек болып табылады.

Өзекке ықпал ететін бойлық күш және иілу кезеңі, дәнекерлеу кернеулеріне тәуелді болады. Торлы конструкцияларды, олардың деформациялануларына және қалдық дәнекерлеу кернеулерін бөлуге ықпал ететін бірқатар ерекшеліктері болады. Оларға белдіктер мен қиғаш тіреулердің иілмеге шағын кедергісі, тораптардың қатты конструкциясы, иілудің деформациялануының пайда болуына алып келетін ферма элементтері өзегінен дәнекерлеу жіктерін жою. Қалдық кернеулердің шамасы белдіктің қимасы типіне тәуелді. Бұл қиманың симметриялығымен және қималардың бірдей аумақтары жағдайында, бұрыштық профильдің инерциясы кезеңімен салыстырғанда минималды инерция кезеңінің ұлғаюымен түсіндіріледі. Орталықсыздандырылған тораптары бар конструкцияларда, қалдық кернеулер бірлескен тораптары барларға қарағанда екі есе кем болады, өйткені тораптағы түйісетін қиғаш тіреулердің саны (дәнекерлеу жіктері) бірінші жағдайда 2 есеге аз. Қиғаш тіреудің қаттылығының өзгеруі белдіктердегі қалдық кернеулерге ықпал етпейді.

Торлы дәнекерленген кран ұштарындағы қалдық кернеулер, белдіктер мен қиғаш тіреулердердің айтарлықтай қисаюларына алып келеді, өйткені олардағы кернеулер $(0,2... 0,6)\sigma_T$ және одан да жоғары міндерге жететін болады. Қалдық дәнекерлеу кернеулерінің әрекеттері нәтижесінде өзектер деформацияланады, негізінен бұрыштықтардың анағұрлым иілгіштігі жағына қарай. Белдіктер сырықтары ферманың ішіне қарай иіледі. Ал қиғаш өзектер деформацияланбаған конструкциялар өзектерінің бір жағынан екінші жағына қарай иілетін болады.

Металды шығындауды төмендетуге және механикаландыру мен автоматтандырудың жоғарғы деңгейі жағдайында ағындық дайындық технологиясын пайдалану, жаңа тип – фасонсыз түрін жасауға алып келді.

Бұл конструкцияларда екі бұрыштамадан тұратын өзек, бір прокаттық профильден жасалған өзекке алмастырылды. Фермаларды дайындау барысында дәнекерлеудің механикаландырылған тәсілдерін қолданады.

Мұның барлығы металды 8...12% үнемдеуді қамтамасыз етеді және дайындаудың еңбекті қажет етуін төмендетеді, коррозиялық төзімділікті арттырады, конструкцияларды пайдалануды жеңілдетеді.

Дәнекерлеу фермаларын контрукциялау барысында, келесі ұсынылған жалпы талаптарды сақтау қажет:

1. Өзектерді дәнекерлеу тораптарында орталықтандыруды қималардың ауырлық орталықтары бойынша орындау (5 мм дейін дөңгелектей отырып). Қималардың өзгеруі жағдайында, егер ол белдіктің биіктігінің 1,5% аспаса белдіктер өзектерінің жылжуының рұқсат етілетінін ескермеу.

2. Тордың өзектерін кесуді, әдетте өзектің өзегіне қалыпты етіп орындау қажет. Ірі өзектер үшін, фасонканың көлемдерін кішірейту мақсаттарында қиғаш кесуге рұқсат етіледі.

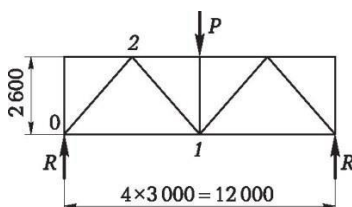
3. Өзектер фасонкалардағы дәнекерлеу кернеулерін кеміту үшін, торларды белдіктерге дейін $a \geq 40.50$ мм, бірақ 800 мм артық емес қашықтыққа дейін жеткізу қажет (7.11-ші сурет). Қаптамалармен жабылатын, ферма белдіктерінің түйістірілетін элементтерінің бүйіржақтары арасында, 50 мм кем емес саңылау қалдыру қажет.

4. Оларды дайындауды қарапайымдандыру және қалдықтарға кететін материалдар шығынын азайту үшін, фасонкалардың қарапайым бедерлеріне ұмтылу қажет. Фасонкалардың қалыңдығын қолданыстағы күштердің мәндеріне және қабылданған бұрыштық дәнекерлеу мәндері катетінің көлеміне байланысты таңдау қажет.

5. Екі бұрыштықтан тұратын таврлық қималар өзектерінде, бұрыштамалардың ортасына өзектердің өзара байланысуларына және олардың бірлескен жұмыстарын қамтамасыз етуге арналған төсемені қою қажет.

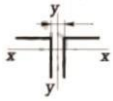
6. Қосарланған бұрышта ықтардан жасалынған өзшектерді, ендері 40..60 мм болатын, сығымдалғандар үшін бұрыштықтар арасында 40і артық емес және созылғандар үшін 80і артық емес қадаммен дәнекерленген планкалармен жалғау қажет.

7. Егер, фермалардың тораптарында белдіктердің түйіспелері орналасса, онда оларды торапқа келетін өзектер арасындағы күшті бөлетін, фасонканы жұмысқа қоспастан, қаптамалармен (табақтық немесе бұрыштық) жабу қажет.



7.12 -ші сурет. Есептелінетін ферманың сызбасы

7.1-ші кесте. Қималарды таңдау (материалы —Ст.3 маркалы болат; R= 2 100 кгс/см²)

Элемент		Күш N,тс	Қима	F, см ²	lx/ly	r1/ r2	λx/λy	φmin	τ	σ, кгс/см ²
Жоғарғы белдік		-105,2	 L 160×10	62,8	300 300	4,96 7,04	61	0,855	1	1 960
Төменгі белдік		52,6	 L 90×8	27,8	600 300	2,76	217			1 900
Қиғаш тіреулер	0 — 2	-64,3	 L 125×10	48,6	366 366	3,85	95	0,645	1	2 050
	2—1	64,3	 L 100×8	31,2	293 366	3,07 4,62	96 80			2 060

Егер, оны ферманың торабы сыртына дейін жалғастырса, фасонканы түйіспе жұмысына қосуға болады.

Ферманы жоғарғы белдік деңгейінде тіреген жағдайда, тірек пунктін осыған ұқсас істейді. Төменгі белдік пен тірек плитасы арасындағы қашықтықты, дәнекерлеу жіктерінің оңтайлылығы үшін 150 мм кем болмауы қажет.

Ферманы есептеу мысалы. Аралығының ұзындығы 12 м болатын шатыр асты тіреуінің фермасын есептеу талап етіледі. Шоғырландырылған есептік жүктеме $P = 88,8$ тс ферманың ортасына түседі (7.12-ші сурет).

Оның ұзындығы бірлігіне келетін, ферманың өзіндік салмағы, шамамен 0,2 тс/м құрайды. Жоғарғы белдік $l_x = l_y = 300$ см, төменгі белдік $l_x = 600$ см және $l_y = 300$ см элементтерінің есептік ұзындығы.

Тірек реакциясы

$$R = 88,8/2 + 12 \cdot 0,2/2 = 45,6 \text{ тс.}$$

Белдіктердегі күштер кезеңдер нүктелерінің, ал қиғаш тіреулердегілері – проекцияның көмегімен анықталады.

Жоғарғы белдіктегі күш (1 кезеңдік нүкте)

$$N = -R \cdot 6/2,6 = -45,6 \cdot 6/2,6 = -105,2 \text{ тс.}$$

Төменгі белдіктегі күш (2 кезеңдік нүкте)

$$N = R \cdot 3/2,6 = 45,6 \cdot 3/2,6 = 52,6 \text{ тс.}$$

Қиғаш тіреулердегі күш

$$N_{0-2} = -N_{2-1} = -R \cdot 3,662/2,6 = -45,6 \cdot 3,662/2,6 = -64,3 \text{ тс.}$$

Қималарды таңдау нәтижелері 7.1-ші кестеде келтірілген.

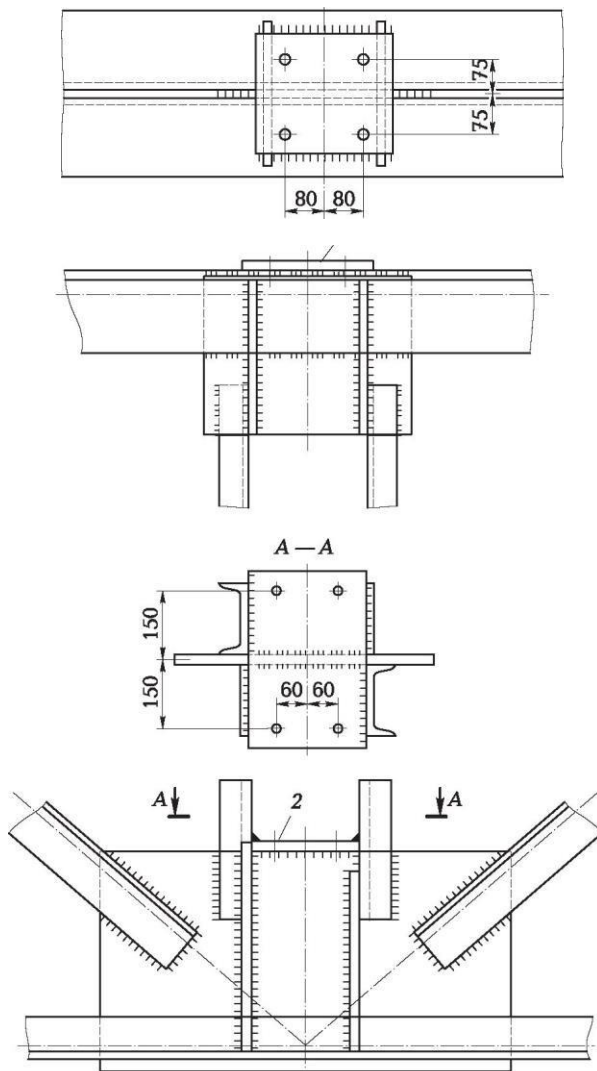
Шатырды тіреу астының фермасы тораптарын есептеу және конструкциялау, шатырды тіреу фермасы тораптарын есептеу және конструкциялауға ұқсас жүргізіледі. Тек шатырды тіреу фермалары бекітілетін тораптар ғана алынып тасталынады.

7.13 -ші суретте шатырды тіреу фермалары сүйенетін, шатырды тіреу асты фермаларының орта тораптары бейнеленген.

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Әртүрлі дәнекерлеу фермалары сызбалары нұсқалары жиынтығы.



7.13-ші сурет. Шатырды тіреу фермалары сүйенетін, шатыр астынтіреу фермаларының орташа тораптары:

1 — қаптама; 2 — фасонка

2. Сипатама, сызбалар, сызбанұсқалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімді оқу.
2. Оқытушыдан дәнекерлеу фермасы сызбасын алу.
3. Дәнекерлеу фермасын жүктеу сызбасын сызу.
4. Дәнекерлеу фермасын есептеу тәртібін таңдау.
5. Дәнекерлеу фермасының сырықтарының беріктігіне және төзімділіктеріне есептеулерді жүргізу.

№ 7-ші практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыс орындалған күн _____

Дәнекерлеу фермасының қимасы сызбасы

Дәнекерлеу фермасын жүктеу сызбасы

Дәнекерлеу фермасының беріктігінің және төзімділіктерінің есептемесі

Дәнекерлеу фермасын орындау нұсқаларын салыстыру

Жұмысбойынша қорытындылар _____

Оқушының қолтаңбасы

Оқытушының қорытындысы

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Ферма жұмысының ерекшеліктері қандай?
2. Торлы конструкциялар қандай критерийлер бойынша жіктеледі?
3. Ферманы есептеуді қандай жүйелікте жүзеге асырады?
4. Бұрыштарды кесу әдісінің мәні неде?
5. Сығымдалған және созылған ферма өзектері қималарын қалай таңдайды?
6. Тұйықталған қима өзектері бар ферманың артықшылықтары қандай?
7. Дәнекерлеу фермаларын конструкциялауға қандай талаптар қойылады?
8. Қалдық дәнекерлеу кернеулері торлы конструкциялардың беріктігі мен төзімділігіне қалай ықпалы жасайды?

ТАБАҚ КОНСТРУКЦИЯЛАР

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Қабықшалы конструкция. Табақ конструкциялар көтеру негіздері әртүрлі қалыптағы қабықшаларды түзетін (негізінен айналу қабықшалары – цилиндрлік, конустық, сфералық), жалпақ немесе имек метал табактар болатын, тұтас жұқа қабырғалы кеңістікті конструкциялар болып табылады (8., а – г суреттері).

Барлық металдан жасалынған конструкциялардың шамамен 20% құрайтын, табак конструкциялар, әртүрлі салаларда, әдетте сұйықтықтарды, газдарды және сусымалы материалдарды сақтау, тасымалдау, технологиялық өңдеу үшін кеңінен қолданылады.

Міндеттеріне байланысты, келесі ұсынылған табак конструкциялар болып бөлінеді:

сұйықтықтарды сақтауға арналған резервуарлар (мұнай, мұнай өнімдері, спирт, қышқылдар, сұйытылған газдар және т.б.);

газдарды сақтауға және олардың құрамдарын теңестіруге арналған газгольдерлер; сусымалы материалдарды сақтауға және тасымалдауға арналған бункерлер және силостар (рудалар, цемент, құм, көмір және т.б.);

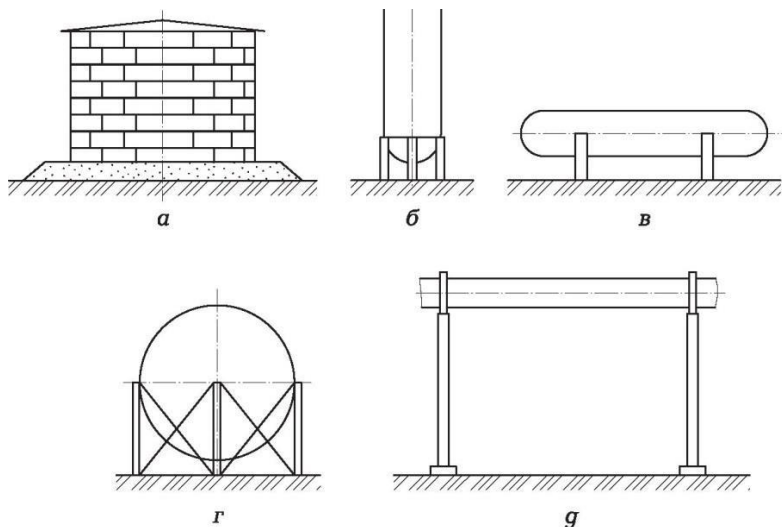
домна цехтарына арналған табак конструкциялар (домна пештерінің, ауа қыздырғыштардың, шаң жұтқыштардың қаптамалары);

химиялық және мұнай өңдеу зауыттарының арнайы технологиялық қондырғыларының табак конструкциялары;

гидростанцияларда, мұнай-химиялық, металлургиялық және басқа да кәсіпорындарда мұнай өнімдерін, суды немесе газдарды тасымалдауға арналған әртүрлі диаметрлердегі құбырлар (8.1, g суреті).

Жұмыстарының сипаттары бойынша табак конструкцияларды шартты түрде үш түрге бөлуге болады:

табак элементтері, жүктемені тікелей қабылдай отырып өздіктерінен жұмыс жасайтын конструкциялар (цистерналар, бункерлер және т.б.).



8.1-ші сурет. Типтік табақ конструкциялары:

a — цилиндрлік резервуар; *б* — цилиндрлік тік газгольдер; *в* — цилиндрлік көлденең газгольдер; *г* — шар тәрізді газгольдер; *д* — өнеркәсіптік құбыр

табақ элементтері, олармен бірлесе отырып күрделі пластиналарды түзе отырып, арқалықтармен жұмыс жасайтын конструкциялар (крандар мен экскаваторлардың бұрылу платформалары және т.б.);

табақтар құрамдас арқалықтардың элементтері болып табылатын және тек ортақ жүктемені ғана емес, сонымен қатар жергілікті жүктемені де қабылдайтын конструкциялар (қосымша элементтер бекітілетін құрамдас арқалықтар белдіктері және т.б.).

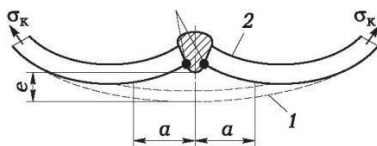
Қабықша конструкциялар екі негізгі топтарға бөлінеді. Бірінші топқа $P \leq 0,05$ МПа қысымында және $T \leq 100$ °C температурасында жарылыс қауіптері жоқ және улы емес сұйықтықтар мен газдарды сақтауға арналған резервуарлар жатады. Екінші топқа жоғарғы қысыммен жұмыс жасайтын қазандықтар мен ыдыстар жатады. Оларды пайдалану Ростехнадзордың ерекше бақылауында. Бұл конструкцияларды арнайы техникалық шарттарға сәйкес жобалайды және дайындайды.

Табак (қабықшалы) конструкциялардың жұмыс істеу шарттары өте әралуан. Олар міндеттеріне байланысты статикалық және динамикалық жүктемелерде, жоғарғы және төменгі температураларда, агрессивті ортаның ықпалы жағдайларында, дәнекерлеу жіктерінің есептік кедергілеріне жақын, тұрақты айтарлықтай кернеулерде жұмыс істей алады. Табак конструкцияларының элементтерінің түйісулер аймақтарында, жиек ықпалының, температуралық ықпалдардың, сонымен қатар дәнекерлеу жіктерінің үлкен сандарының болуымен шартталған айтарлықтай жергілікті кернеулер пайда болулары мүмкін. Табак конструкцияларына ықпал ететін жүктемелер, әдетте күрделі сипатқа ие. Олар тек табактардағы кернеулі қалыпқа алып келмейді, сонымен қатар олардың тозуларына жиі алып келеді.

Табак конструкцияларындағы дәнекерлеу жалғауларының ұзындығы, дәнекерлеу жалғауларының басқа типтеріндегіден айтарлықтай үлкен. Мысалы, 1 т болаттың шағын және орташа қалыңдығындағы дәнекерлеу табак конструкцияларына 30...50 м дәнекерлеу жіктері келеді, ал әдеттегі құрылысқа арналған метал конструкцияларында – 15..25 м ғана кетеді.

Қабықша конструкцияларының негізгі ерекшелігі, олардың барлық жалғаулары тек беріктік шарттарын ғана емес, сонымен қатар тығыздық (герметикалық) шарттарын да бір мезетте қанағаттандырулары қажеттілігі. Мұндай конструкциялардағы табактардың қалыңдығы, тек беріктігі шартымен ғана емес, сонымен бірге олардың қаттылықтары және ұзақ мерзім қызмет етулері шарттарымен де анықталады.

Жобалық қалыптың ернеушесінің қабырғасы, ішінде σ_k созылу айналмалық кернеулері әрекет ететін цилиндрлік қабықша болып табылады (8.2-ші сурет). Бірақ, қабырғаларды зауытта дайындау, жекелеген табактарды жаншып қақтау және резервуарларды монтаждау үдерісінде, тік дәнекерлеу жіктері аймағында бұрыштық деформацияланулар орын алады, бұрыштың ұшы резервуардың ішіне, не сыртына да қарап тұруы мүмкін.



8.2-ші сурет. Ернеуше қабырғасы тік табактарының бұрыштық деформациялануы:

1 — қабырғаның жобалық қалпы; 2 — монтаждalғаннан кейінгі қабырғаның

Жобалық қалыптан ауытқу бұл аймақта қосымша жергілікті иілген кернеулердің пайда болуына алып келеді. Есептемелер А нүктелеріндегі сомалық деформацияның, қабырғадағы әрекет ететін айналмалы деформациялардан 4 еседен астам артық болуы мүмкін екендігін көрсетеді.

Мұның нәтижесінде резервуарды толтыру – босату процесінде А нүктесінде, сызаттардың тозуының туындауы және өрістеуі үдерістерін күшейтетін циклдік пластикалық иілу деформациясы орын алатын болады. Рулон дайындамалардан жасалынған және жүктелудің статикалық тәртібіне есептелінген, көлемдері 10 000 ...20 000 м³ болатын пайдаланылатын резервуарларда, эксцентриситет e жекелеген жағдайларда 4050 мм дейін жетеді (8.2-ші суретті қараңыз).

Созылған қабықшадағы күш салу эксцентриситеті σ_p бір созылуынан кернеуді n рет ұлғайтатын, σ_n иілменің қосымша кернеуіне алып келеді, (8.1) бұл жерде δ — қабықшаның қалыңдығы.

$$n = \frac{\sigma_n}{\sigma_p} = \left(1 + 6 \frac{e}{\delta} \right),$$

Бұдан, егер, шынайы қиманың шеңберден ауытқуы 0,5 δ болса, қабықшадағы фибрлік кернеулер 4 есеге артады. Сонымен бірге, ағымдылық шегі артта қалуы мүмкін, метал қабықшасында пластикалық деформация пайда болуы мүмкін және қабықшаның қалпы бірқатар түзелетін болады.

Қабықшалы конструкциялардың ерешеліктеріне, оларды дайындау барысында металдың айтарлықтай пластикалық деформациялануымен байланысты жаншып қақтау, қалыптау, суықтай илеу операциялары қолданылатындығында. Сондықтан, табақ конструкцияларының материалының пластикалығы сипаттамаларына жоғары талаптар қойылады.

Көлемдері 700 м³ кем болатын цилиндрлік резервуарлардың корпустары мен түптері үшін, ВСтЭкп маркалы болатты қолданады. Ауа температурасы -20 °С төмен түспейтін аймақтардағы құрылысы салынатын, көлемі 700...5 000 м³ болатын тік цилиндрлік резервуарлардың корпустарын, түптерін және қаттылық сақиналарын дайындау үшін, -20 °С температурасындағы кепілдендірілген соққы тұтқырлықты ВСтЭ маркалы әдеттегі сападағы қалыпты мартендік болатын қолданады. Одан да төмен температуралы аймақтарда (-40 °С-қа дейін және одан төмен), -40 °С температурасындағы кепілдендірілген соққы тұтқырлықты, жақсартылған қышқылдандырылған МСтЭ маркалы қалыпты болатын қолданады.

Газгольдерлерді жасау үшін пайдаланылатын болаттарға, резервуарлар болаттарына қойылатын тәрізді талаптар қойылады. Көлемдері 700... 3 000 м³ болатын газгольдерлердің табақ қабықшалары (корпустары, қақпақтары және түбінің қалыңдығы 4 мм және одан жоғары) ВСтЗ қлыпты болатынан жасалынады. Теріс температураларда пайдаланылатын газгольдерлерды, тиісті теріс температуралардағы кепілдендірілген соққы тұтқырлықты, ВСтЗ маркалы қалыпты болатын жасайды.

Жұқа қабықшаларды есептеу теориясы элементтері. Табақ конструкцияларының негізгі көтеру элементтері қабықша болып табылады. **Қабықша** – бұл арасындағы қалыңдық деп аталатын қашықтық, басқа көлемдермен салыстырғанда шамалы болатын, екі қисық сызықты беттермен шектелген дене. Тиісінше, қабықша – бұл ең алдымен жұқа қабырғалы конструкция.

Қабықшаның қасиеттерін сипаттайтын маңызды көрсеткіштердің бірі, оның **S** қалыңдығының **R** орташа беткі қисықтығының минималды радиусына қатынасы болып табылады. Осыған сәйкес, қалың және жұқа қабықшаларды айыра білу қажет. Жұқа **жұқа қабырғалы** қабықшалар деп, $S/R < 1/20$ қатынастары болатын қабықшалар есептеледі. Қабықшалы индентерлік конструкциялардың көбі жұқа қабырғалы болып табылады.

Қабықшалардың қалыптары әртүрлі және орташа бет түрімен анықталады. Тұрақты қисық радиусы бар бір бағыттағы қисықтыққа ие қабықшаны, **цилиндрлік** деп атайды. Егер, қисықтық радиусы, сызық заңы бойынша айналу өзегі бойына өзгеретін болса, ондай қабықшаны **конус** тәрізді деп атайды. Егер, қабықша табақтың өзара перпендикулярлы бағыттарындағы иілумен жасалынған болса, онда оны **сфералық** деп атайды.

Табақ конструкцияларын есептеу әдістері арнайы әдебиетте келтірілген. Жұқа қабырғалы қабықшалардың есептері, қабықшалар икемді болып табылады және иілмелі және айналмалы кезеңдер ықпалына қарсы тұра алмайды деген болжамдарға негізделген **кезеңсіз теорияға** негізделген. Қабылданған жорамалдар есептеулерді айтарлықтай оңайлатады, өйткені иілу мен айналу кернеулерін есепке алмауға мүмкіндік береді, нәтижесінде күштерді анықтау бойынша міндет статикалық анықталатын болады. Кезеңсіз қабықшадағы кернеулер, оның қалыңдығы бойынша біркелкі бөлінеді деп болжанады. Бұл кернеулер жиналулары мүмкін, орындардан қашық орналасқан қабықшалар учаскелері үшін әділ. Қабықшалардың кезеңсіз теориясында, біркелкі әрекет ететін кернеулер орташа бетте әрекет етеді деп есептейді.

Кезеңсіз теория –бұл әртүрлі инженерлік объектілерді есептеу үшін кеңінен қолданылатын, қабықшалардың ортақ теориясының неғұрлым қарапайым жеке жағдайы. Кезеңсіз теорияның қолайлылығы тек оның математикалық аппаратының салыстырмалы қарапайымдылығымен емес, сонымен қатар оның сыртқы ықпалдардың жеткілікті ауқымды сыныптары жағдайында, жұқа қабықшалардың жұмысын толықтай қанағаттандыруарлық сипаттайтындығында байланысты.

Орташа беттің әрбір нүктесіндекүш келесі құрамдас бөліктерге ие екі шаралы симметриялы тензорды құрайды:

$$N_1 = \delta \sigma_1; N_2 = \delta \sigma_2; S_{12} = S_{21} = \delta \tau_{12}, \quad (8.2)$$

бұлжерде δ — қабықша қалыңдығы; $\sigma_1, \sigma_2, \tau_{12} = \tau_{21}$ — осы беттегі 1,2 координаттарына сәйкес жатқызылатын және орташы бетке қатысты беттегі әрекет ететін кернеулер тензорын құрайды.

P ішкі қысымы қабықшаның бір бөлігін басқасынан жұлып алуға келесі ұсынылған күшпен ұмтылады (8.3-ші сурет)

$$T_1 = p\pi r^2. \quad (8.3)$$

Симметрия өзегі арқылы өтетін, кесілген беттегі жартылай қабықшаның тең қалыптағы жағдайын қарастырамыз. Қабықшаның бір бөлігін басқасынан жұлып алуға ұмтылатын T_2 күші (8.4-ші сурет), p қысымын $2rL$ диаметралдық имасы аумағына туындатумен анықталады, яғни

$$T_2 = 2prL. \quad (8.4)$$

8.4-ші суретте көрсетілген жүйенің тең қалып шарты, егер төмендегідей болғанда орындалатын болады

$$T_2 = N_2. \quad (8.5)$$

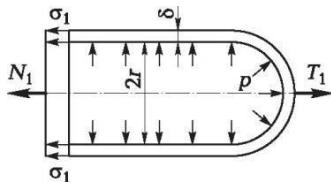
Тиісінше,

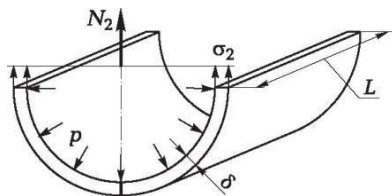
$$2prL = 2\sigma_2 L \delta, \quad (8.6)$$

Қолданыстағы кернеу

$$\sigma_2 = \frac{pr}{\sigma} \quad (8.7)$$

8.3-ші сурет. Қабықша қабырғасында айналма кернеулердің қалыптасу сызбасы





8.4-ші сурет. Қабықша қабырғасында меридионалды кернеулердің қалыптасу сызбасы

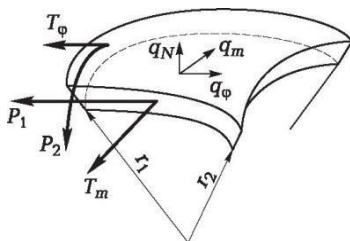
Катал айтқанда, қабықшаның қабырғаларына перпендикулярлы бет бағытындағы күштер де ықпал етеді, бірақ бұл күштер жасайтын σ_3 кернеулердің шамасы, σ_1 және $\sigma_2/r/\delta$ есе аз. Яғни, σ_3 мәнін беріктікті есептегенде қолданбаса да болады.

Келтірілген формулалардан, пайда болатын кернеулер цилиндрлік қабықшаның ұзындығына тәуелді еместігі көрінеді. Цилиндрлік резервуар қабырғасында, екі өзара перпендикулярлы бағыттарда әрекет ететін кернеулер пайда болады: айналмалық (σ_1 кернеуі) және бойлық (σ_2), яғни жалпақ кернеулі жағдай қалыптасады. Қабықшаның бойлық өзегіне қалыпты қимадағы кернеулер, түзгіш бойынша қимадағы кернеулерден екі есе аз.

Қабықшадағы кезеңсіз кернеулі жағдай, егер, оның кез-келген нүктесіндегі бойлық T_m , шеңберлік T_ϕ және жылжытушы P_1, P_2 күштер белгілі болған жағдайда анықталады (8.5-ші сурет). Кезеңсіз теорияды, белгіленген элементтің жиектері бойынша әрекет ететін кернеулердің, қалыңдығы бойынша біркелкі бөлінеді деп есептелінеді. Осылайша,

$$T_m = \sigma_m \delta; T_\phi = \sigma_\phi \delta; P = \tau \delta \quad (8.8)$$

бұл жерде σ_m және σ_ϕ — тиісінше, бойлық және шеңберлік қалыпты кернеулер; τ — жанаспа кернеу.



8.5-ші сурет. Қабықшадағы кезеңсіз кернеулі жағдай

Сыртқы жүктеме үздіксіз қабықшаның беттері бойынша бөлінген деп жорамалдайық. Бұл жүктемені, тиісінше бетке қатысты нормал бойынша, меридианға жанаспа бойынша және параллельге жанаспа бойынша әрекет ететін, q_N , q_m және q_φ үш құрамдас бөлік түріндегі q жүктемесі деп ойлайық (8.5-ші суретті қараңыз). q_N , q_m және q_φ жүктемелері орташа беттің аумағы бірлігіне жатқызылды.

Одан әрі неғұрлым кеңінен таралған қарапайым типтегі қабықшалардағы кернеулерді анықтауға арналған формулалар келтіріледі: біркелкі ішкі қысымның және гидростатикалық қысымның әрекеті жағдайында.

Кеңінен тараған цилиндрлік қабықшалар үшін:

$$r_1 = \infty; r_2 = r. \quad (8.9)$$

p біркелкі ішкі қысымы жағдайында (8.6-шы сурет), түп қысымымен шартталған σ_1 кернеуі пайда болады.

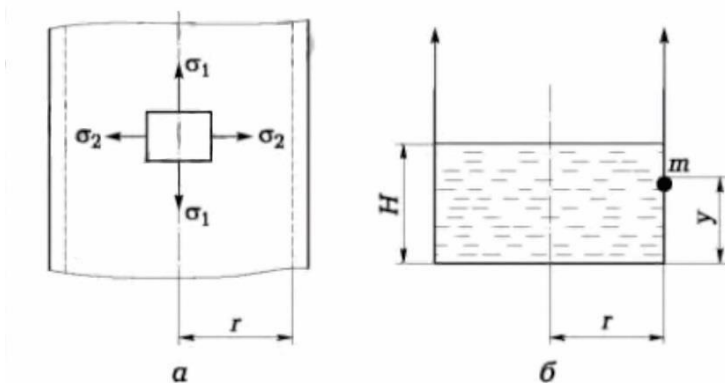
Цилиндрдің шексіз ұзындығы жағдайында, қабықшаға ықпал ететін күш келесі формуламен көрсетілуі мүмкін

$$T = pr, \quad (8.10)$$

бұл жерде r — қабықшаның орташа бетінің радиусы.

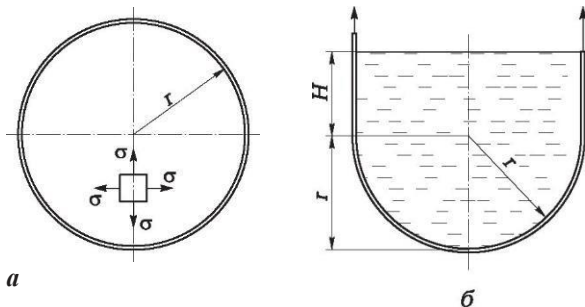
Гидростатикалық қысымдағы (8.6, б суреті) түзуші бойындағы кернеу:

$$\sigma_1 = \frac{\gamma r H}{2\delta}; \quad (8.11)$$



8.6-шы сурет. біркелкі (а) және гидростатикалық (б) ішкі қысымдар жағдайындағы цилиндрлік қабықшаның кернеулі жағдайын есептеуге арналған сызба:

m —гидростатикалық қысымнан қабықшадағы кернеу есептелінетін нүкте



8.7-ші сурет. Біркелкі (а) және гидростатикалық (б) ішкі қысымдардағы сфералық қабықшаның кернеулі жағдайын есептеуге арналған сызба

айналма бағытындағы кернеуді

$$\sigma_2 = \frac{\gamma r (H - y)}{\delta}; \quad (8.12)$$

бұл жерде γ - сұйықтықтың салыстырмалы салмағы.
Сфералық қабықша үшін

$$r_1 = r_2 = r. \quad (8.13)$$

Біркелкі ішкі қысымда (8.7, а суреті) түзуші бойындағы кернеу және аналма бағыттағы кернеу өзара тең болады:

$$\sigma_2 = \sigma_1 = \frac{pr}{2\delta}; \quad (8.14)$$

Гидростатикалық қысымда (8.7, б суреті) ең үлкен кернеулер түбінің ең төмен нүктесінде болады:

$$\sigma_2 = \sigma_1 = \frac{\gamma r (H + r)}{2\delta}; \quad (8.15)$$

(8.13)... (8.15) теңдеулері негізгі болып табылады. Оларды кез-келген қалыптағы қабықшаларды есептеу үшін пайдаланады.

Кезеңсіз екі өзекті кернеулі жағдайдағы қабықшалардың беріктіктерін тексеру, келесі формула бойынша жүзеге асырылады

$$\sigma_{\text{бал}} = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2} \leq [\sigma]_{\text{p}} \text{ немесе } R \quad (8.16)$$

бұл жерде $\sigma_{\text{бал}}$ — баламалы кернеу; R — материалдың есептік кедергісі.

Дәнекерленген тік резервуарлар. Кеңістіктегі орындарына және геометриялық қалыптарына байланысты, тік цилиндрлік, көлденең цилиндрлік, сфералық, тамшыға ұқсас, торлы, траншеялық резервуарлар болып бөлінеді. Резервуардың типін сақталынулары тиіс өнімдердің қасиеттеріне, пайдалану тәртіптеріне, құрылыс аймағының климаттық ерекшеліктеріне байланысты таңдайды.

Тік резервуардың негізгі элементтері (8.8-ші сурет) 3 түбі, қабырғасы 2 және жабындысы 1 болып табылады. Қабырғалары мен түбі үшін қалыңдығы 4...30 мм болатын болат қолданылады. Резервуарды жабу үшін, қалыңдығы 2,5...6 мм болатын табақтарды пайдалану ұсынылады. Жоғарғы қысымды резервуарлардың қабырғаларының қалыңдығы 36...40 мм дейін жетеді.

Резервуардың көтеру конструкциялары өзінің салмағына, қардың, желдің және сейсмикалық жүктемелерге, термооқшауландырудың салмағына және жабдықтың жергілікті жүктемелеріне, сақталынатын өнімдердің гидростатикалық қысымына, артық қысымға және вакуумға есептелінген. Есептеулер барысында қар жүктемесіне 1,4, жел — 1,2, конструкцияның өзіндік салмағына — 1,1, жабдықтар мен термооқшаулаудың салмағына — 1,2, булар мен вакуумның қысымына — 1,2, гидростатикалық қысымға — 1,1 арналып қабылданатын артық салмақ коэффициенттері есепке алынады.

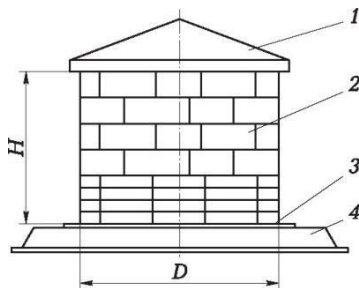
Энергетикалық беріктік теориясына сәйкес

$$\sigma_{\text{бал}} = \sqrt{0,5[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3) + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \quad (8.17)$$

бұл жерде σ_1 , σ_2 және σ_3 — негізгі кернеулер. Цилиндрлік қабықшалар үшін

$$\sigma_{\text{бал}} = \frac{\sqrt{3pD}}{4\delta}; \quad (8.18)$$

8.8-ші сурет. Тік резервуардың негізгі конструктивтік элементтері:
1 — жабынды; 2 — қабырға (корпус); 3 — түбі; 4 — құмды жастықша



8.1-ші кесте. Дәнекерлеу жіктеріне арналған ϕ' беріктік коэффициенттері (МемСт 14249-89)

Дәнекерлеу жігі типі	Бақыланатын жіктер ұзындығы жағдайындағы ϕ' мәні (жалпы ұзындықтан пайыздарда)	
	100 %	10...50 %
Автоматты немесе механикаландырылған дәнекерлеумен орындалатын толық пісірілетін екі жақты түйістірмелі	1,0	0,90
Қолмен орындалатын, жік түбі екі жақты толықтай дәнекерленіп пісірілетін түйіспелі	1,0	0,90
Түйіспелі, бір жағынан ғана орындауға қол жетімді және дәнекерлеу процесінде, жіктің ұзына бойымен негізгі металға жатқызылатын жік түбі тарапынан метал төсемесі бар	0,9	0,80
Автоматты немесе механикаландырылған дәнекерлеумен орындалатын, бір жағында флюстік немесе керамикалық қаптамасы бар түйіспелі	0,9	0,80
Түйіспелі, бір жағынан ғана қолмен орындалатын	0,9	0,65
Дәнекерленетін бөлшектердің конструктивтік саңылауы бар таврлық жалғау (бұрыштық жігі бар)	0,8	0,65

$D = D_{BH} + \delta$ ескері отырып және дәнекерлеу жігінің болуынан рұқсат етілетін кернеулерді төмендететін ϕ' коэффициентін енгізе отырып, ернеушенің есептік қалыңдығын келесі формула бойынша анықтайды

$$\delta_{\text{есеп}} = \frac{p D_{\text{ш}}}{2,31 \sqrt{p - p}}; \quad (8.19)$$

ϕ' беріктік коэффициентінің болуын ескереді және қабықшаларды дайындаудың конструктивтік және технологиялық ерекшеліктеріне байланысты анықтайды. Дәнекерлеу элементтерінің беріктіктерін және төзімділіктерін есептеу барысында, беріктік коэффициенттері мәндерін МемСт 14249—89 сәйкес қабылдайды (8.1-ші кесте).

Ернеушенің нақты қалыңдығы конструкцияның қызмет мерзіміне, ортаның коррозиялық белсенділігіне, дайындалу дәлдігіне және т.б. тәуелді. Есептелініп отырған элементтердің конструкциялау барысында қабылданатын көлемдері, әдетте есептемедегілерден үлкен болулары қажет.

Мүмкіндігінше түбін цилиндрлік бөлікпен жергілікті кернеулердің әрекет ету аймақтарынан тысжерлерде жалғайтын, дәнекерлеу жіктерін орналастыруға тырысу ұсынылады. Бұл үшін түптерде жиектеме жасайды.

Резервуардың қабырғасының әрбір белдігінде, p қысымы сұйықтықтың гидростатикалық қысымына және бу-ауалық кеңістіктегі артық қысымға байланысты анықталады. Әрбір белдіктің есептік кималары, оның төменгі жиегінен 300 мм жоғары орналасқан, яғни іргелес белдіктің айналма жіктерінің ықпалдары ескерілмейтін орында орналасады.

Есептік қысым

$$p = 1,1\gamma(h - y) + 1,2p_n, \quad (8.20)$$

бұл жерде 1,1 — сұйықтықтың гидростатикалық қысымынан түсетін артық салмақ коэффициенті; γ — сұйықтықтың салыстырмалы салмағы; h — резервуарды толтырудың толық биіктігі; 1,2 — артық қысымнан қысымынан түсетін артық салмақ коэффициенті; p_n — бу-ауалық кеңістіктегі артық қысым.

Резервуар қабырғалары белдігі табақтарының δ қалыңдығы келесі шарттарды қанағаттандырулары қажет

$$\delta_1 \geq \frac{pr}{mRp}; \quad (8.21)$$

бұл жерде Rp — болат маркасына, дәнекерлеу әдістерін және дәнекерлеу жалғауларын бақылауға тәуелді дәнекерлеу жігінің есептік кедергісі.

p қысымы неғұрлым төмен болған сайын, ернеушенің табақтары да соншалықты жұқа. Тиімді конструкциялау көріністері бойынша, резервуардағы ернеушенің ең төменгі қалыңдығын 4 мм тең деп қабылдайды. Резервуарлардағы айналма жіктері айтарлықтай төмен шириққан.

Корпуста немесе түбінде саңылаулар болған жағдайда, конструкциялардың көтеру қабілеттері айтарлықтай төмендейді. Саңылаудан пайда болған әлсіреудің өтемі, қабырғаның қалыңдығының жалпы немесе жергілікті ұлғаюына алып келеді. Соңғысы неғұрлым тиімді болып табылады, өйткені металдың аз шығындалуын талап етеді. Үлкен қысыммен жұмыс жасайтын техникалық ыдыстарды пайдалану тәжірибесі, әлсіреулердің жергілікті өтемі әдісінің, конструкцияның ұзақ мерзім қызмет етуінің сенімді құралы болып табылатынын көрсетеді.

Дәнекерленген мұнай сақтауға арналған цилиндрлік резервуарларды айына 30 -90 рет толтырған жағдайда, резервуардың қабырғасы іс жүзінде негізінен статикалық тәртіптен аз циклді жүктеме тәртібіне өтеді. Сонымен бірге, 20 жылға тең нормативтік қызмет ету мерзімі ішіндегі жүктеулер циклдері, $1 \cdot 10^3$ нан $2 \cdot 10^4$ —ке жетеді. Әрине, тек қабырғаның статикалық жүктелуіне ғана есептелініп жасалынған, қолданыстағы резервуарларды жобалауға және құрылысын салуға арналған нормативтік құжаттама (ҚНЖЕ 3.03.01-87), жаңа жүктеме жағдайларында резервуарлардың тлап етілетін пайдаланушылық сенімділіктерін қамтамасыз ете алмайды.

Көлденең цилиндрлік резервуарлар (цистерналар). Көлденең цилиндрлік резервуарларда тіктерімен салыстырғанда металдың біршама үлкен салыстырмалы шығыны болады (көлем бірлігіне), бірақ салыстырмалы шағын көлемдерде оларды пайдалану экономикалық тиімді болып табылмайды. Олар жекелеген кәсіпорындардың мұнай базаларында қолданылады.

Көлденең цилиндрлік резервуардың корпусы айқастырылып дәнекерленген, ені 1 500... 2 000 мм болатын бір немесе бірнеше табақтардан тұратын цилиндрлік құлатпалардан жасалынған, бірнеше табақ ернеушелерден тұрады. Қабырғаның 5 мм дейінгі қалыңдығында айналма жалғауларды айқастырып, одан жоғары болса түйістіріп орындайды. Сыртқы қысымды, вакуумды қабылдау үшін және тасымалдау және монтаждау барысындағы қаттылықты қамтамасыз ету үшін, ернеушені табаққа және керленген бұрыштамалардан жасалынған қаттылық тірек және аралық сақиналарымен күшейтеді ($r/d < 200$ болғанда аралық қаттылық сақиналарын қоймауға болады).

Цистерналардың конструктивті қалыптарын және дәнекерлеу жалғаулары типтерін жұмыс шартына сәйкес таңдайды.

Рұқсат етілетін ішкі артық қысымды келесі формула бойынша есептейді:

$$[p] = \frac{2(\delta_{об} - c)\phi[\sigma]}{R + 0,5(\delta_{об} - c)}; \quad (8.21)$$

бұл жерде $\delta_{об}$ — ернеуше қабырғасының қалыңдығы; c — ернеуше жасалынған табақты дайындау (қалыңдығы бойынша) дәлдігіне берілетін рұқсат; $[\sigma]$ — ернеуше металына арналған рұқсат етілетін кернеулер; R — ернеуше радиусы.

Цистерналардың беріктіктерін есептеуге арналған шығыс деректері, келесілер болып табылады:

тасымалданатын материалдардың қасиеттерінен немесе оны тиеу-түсіру барысындағы тасымалдау шарттарына тәуелді ішкі жұмыс қысымы;
материалдарды тиеу-түсіру барысында пайда болатын вакуум жағдайындағы мүмкін болатын қысым;

цистернаның көлемі, оның геометриялық көлемдері және тірек құралдарының қабылданған қалпы;

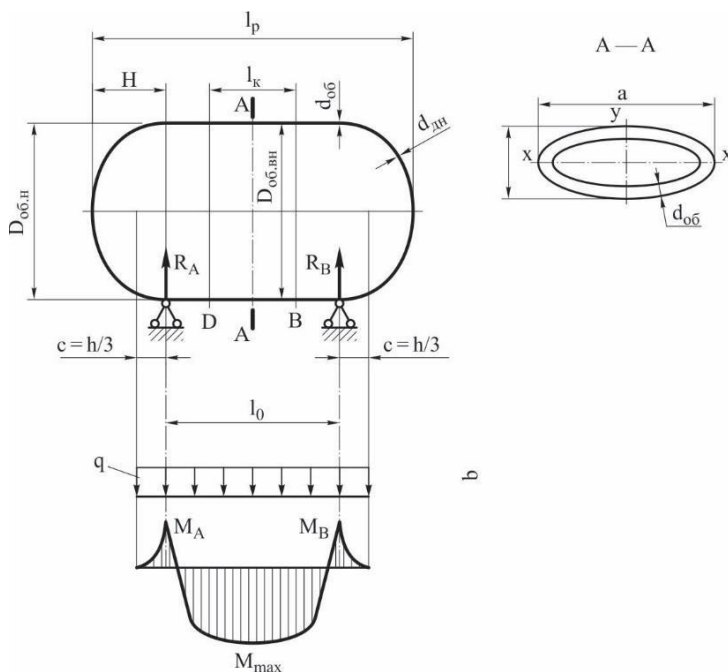
цистерна материалы және рұқсат етілетін кернеулер.

Есептеуді келесі ұсынылған жүйелікте орындайды.

1. Қажетті геометриялық көлемдерді көрсете отырып, цистернаның есептік сызбасын жасайды (8.9-шы сурет).

2. Оның техникалық сипаттамалары немесе тасымалданатын материалдар сипаттамалары деректері бойынша p_v ішкі қысым анықталады.

3. Ернеушенің және цистерна түбінің қалыңдығын $\delta_{об}$, негізіне беріктік теориясының бірінші немесе төртінші гипотезасы салынған жұқа қабырғалы қабырғаларының қалыңдығын анықтауға арналған теңдеулер бойынша есептеледі.



8.9-шы сурет. Цистернаның есептеу сызбасы

Бірінші гипотеза, ішкі қысыммен жұмыс істейтін жұқа қабырғалы ыдыстарда, неғұрлым қауіптісі айналма кернеулері болады деген жорамалға негізделеді.

Корпустың төменгі бөлігіндегі максималды айналмалы кернеулер

$$[\sigma_2] = \frac{(p_i + 2\gamma_{жр2})r_2^2}{\delta} \leq [\sigma]; \quad (8.23)$$

бұл жерде p_i — бу-ауа қоспасының артық қысымы; $\gamma_{ж}$ — сұйықтықтың салыстырмалы салмағы; r_2 — қабықшаның айналмалы радиусы; δ — қабықшаның қалыңдығы.

Меридионалды кернеу

$$\sigma_1 = \sigma_1 + \sigma_1' \leq [\sigma];$$

бұл жерде σ_1 — келесі формула бойынша анықталатын түптегі артық және гидростатикалық қысым кернеуі;

σ_2' — резервуардың иілуінен әдеттегі арқалық тәрізді кернеуі
поперечных нагрузок, определяемое по формуле

$$\sigma_1'' = \frac{M}{W} \left(\frac{G}{I_p} + \gamma_{ж} \pi r_2^2 \right) \left(\frac{I_0^2}{8} c^2 \right) \quad (8.25)$$

бұл жерде W — корпустың айналма кедергісі кезеңі, $W = \pi r_2^3 \delta$; G — корпус пен сұйықтықтың салмағы; I_p — резервуардың есептік ұзындығы (габариттік көлемі) (8.9-шы суретті қараңыз), $I_p = V/(\pi r_2^2)$; I_0 — тіректер өзектері арасындағы қашықтық, $I_0 = 0,5861r$; c — консольдің шығуы (8.9-шы суретті қараңыз).

Келтірілген формулалар бойынша есептеу ернеушенің сәл жоғары қалыңдығын береді, сондықтан 250 °C аспайтын температураларда жұмыс істейтін жұқа қабырғалы ыдыстар үшін, Ростехнадзордың ұсынылымдары бойынша, ернеушенің қалыңдығын, оған сәйкесқауіпті жағдай деп ыдыс қабырғаларындағы жинақталған салыстырмалы әлеуетті энергияның шекті мәнімен сипатталаты, беріктіктің төртінші гипотезасын пайдалана отырып анықтауға болады.

4. Цистернаның пішінінің материалдың механикалық қасиеттеріне және цистернаның көлемдеріне, геометриялық нобайларына тәуелді, сыни қысымы $r_{кр}$ бойынша $p_{вак}$ вакуумы жағдайындағы қысымына және сыртқы орта ықпалына беріктігін тексереді. Цистернаның беріктігін қамтамасыз ету үшін келесі шарт орындалуы қажет:

$$p_{кр}/P_{вак} = 5 \dots 6.$$

5. Цистернаның беріктігін, цистернаны екі тіректе жатқан арқалық ретінде және цистернаның $G_{ц}$, технологиялық жабдықтың G_T және материалдың G_M салмағынан келетін бөлінген жүктеме жүктелген ретінде қарастыра отырып тексереді:

$$q = \frac{G_{ц} + G_T + G_M}{1p} \quad (8.26)$$

Цистернаның беріктігі шарты төмендегі түрге ие:

$$\sigma_n = \frac{M_{max}}{W} \leq [\sigma] \quad (8.27)$$

бұл жерде σ_n — иілу барысындағы кернеу; M_{max} — максималды иілу кезеңі; W — цистернаның кедергісі кезеңі.

Цилиндрлік қалыптағы цистерна үшін

$$W = \frac{\pi}{16} (D_{об. вн} + D_{об. н})^2 (\delta_{об} - c) \quad (8.28)$$

Эллиптикалық қалыптағы цистерна үшін

$$W_y = \frac{\pi}{32a_1} (a_1^3 b_1 - a_3 b); \quad W_x = \frac{\pi}{32b_1} (b_1^3 a_1 - b_3 a)$$

бұл жерде $a_1 = a + (\delta_{об} - c)$; $b_1 = b + (\delta_{об} - c)$, бұл жерде a, b — 8.9-шы суретте көрсетілген көлемдер. W_y және W_x мәндерінен алынған ең төменгі мәнді есептемеге қабылдайды.

6. Цилиндр қалпындағы цистернаның беріктігін, иілетін цистернаның шетіндегі $\sigma_{кр}$ сыни кернеуі бойынша иілу сәтін қабылдау ықпалымен тексереді. Шамамен

$$\sigma_{кр} = 1,37 \left(\frac{2\delta_{об}}{D_{обн}} \right)^2 \quad (8.29)$$

бұл жерде E — цистерна материалының икемділігі модулі.

Цилиндр қалпындағы цистернаның иілетін жүктемелер әрекеті барысындағы беріктігінің қоры коэффициенті, $i = \sigma_{кр}/\sigma > 2$ болуы қажет. $i < 2$ жағдайында цистернада қаттылық сақиналары орнату қажет

7. Цистернаның салыстырмалы сыни жүктеме бойынша ітрек астында мыжылуы мүмкіндігі тексеріледі

$$P_{кр} = \frac{8kJ}{D_{3обн}} \quad (8.30)$$

бұл жердек — коэффициент ($\kappa = 3$ кергіш өзектер болмаған жағдайдағы және $\kappa = 8$ кергіш жиек болған жағдайдағы); E — материалдың иілгіштігі модулі; J — қабырғаның $I = (20... 30)\delta_{об}$ ұзындығындағы қаптама табағымен бірге қимасы инерциясы кезеңі.

Қаптама табағына келетін нақты салыстырмалы жүктемесі:

бұл жерде R_a — тірек реакциясы; a — тірек қабырғасының қамту бұрышы (әдетте $120...140^\circ$ құрайды).

Цистерна қабырғасының беріктігі шарты:

$$P_{уд} = \frac{Ra}{D_{3обн} \sin(a/2)} \quad (8.31)$$

Саңылаулармен әлсіреген түптер мен ернеушелерді, қоса пісірілетін құрсамалармен, штуцерлермен және фланецтермен күшейтеді. Күшейту саңылауға жалғастырылған 50 мм артық қосымша құбыры диаметрі жағдайында міндетті болып табылады.

Резервуарларда қызмет көрсету үшін оңтайлы орындарда орналасқан, ішін қарауға арналған дөңгелек люктер-тесіктері болуы қажет. Үлкен өзек бойынша 400 мм кем емес және кіші өзегі бойынша 325 мм кем емес доғал тесіктерге рұқсат етіледі.

Конструкцияларда алынбалы-салынбалы қақпақтар немесе ішке қарау мүмкіндігін қамтамасыз ететін түптер және фланецтік штуцерлер болған жағдайда, техникалық ыдыстарда тесіктер мен люктерді орындау міндетті емес.

Жер бетіндегі резервуарлар шағын биіктікті баған типті тіректерге немесе ершік тәрізді тіректерге сүйенеді. Ершік тәрізді тіректің қамту бұрышы 60-тан 120° -дейін болады. Жер астындағы резервуарлар бетоннан жасалынған тұтас ершік тәрізді тірекке орнатылады. Корпустың ішінде тірелу бетінде, үшбұрышты тормен күшейтілген және корпусқа жабыстырылып дәнекерленген, бұрыштама профилінен қаттылық сақинасы түріндегі тірек диафрагмасы жасалынады.

Резервуардың бойында орналасқан тіректердің саны, резервуардың ұзындығы мен массасынан байланысты анықталады және екі немесе одан артық боулы мүмкін.

Аяқтар саны екеуден кем болмауы, бағандар – үшеуден кем болмауы қажет. Сонымен бірге тіреулердің бірі жылжымайтын, қалғанжары – жылжымалы болуы қажет. Екі тіректі резервуарда тіректер арасындағы қашықтықты $l = 0,5867r_{тең}$ деп қабылдайды. Тіректің резервуардың ұзаруларынан сырғанаулары, соңғы тіректе қарастырылған және катеті тірек табағы мен корпустың мәндерінің ең төменіне тең, бұрыштық жігімен бұйыммен жалғастырылған табак бойынша орын алады.

Шар тәрізді(сфералық) және тамшы тәрізді резервуарлар. Шар тәрізді резервуарларды, айтарлық қысымдар жағдайында орын алатын жоғалтуларды төмендету мақсатында (шамамен 0,25... 1,8 МПа). сұйытылған газды сақтау үшін, сонымен қатар қайнау температуралары төмен мұнай өнімдерін сақтау үшін пайдаланады. Бұл жағдайларда шар тәрізді резервуарлар 400...4 000 м³ көлемдер жағдайында пайдалы болып табылады.

Сфералық резервуарлар дайындау барысында цилиндрліктерге қарағанда неғұрлым күрделірек, сонымен бірге оларды дайындаудың еңбек қажеттілігі ең алдымен сфераны пішімінің қабылданған сызбасымен анықталады (переллельді-меридионалды немесе меридионалды).

Шар тәрізді қабыршықты артыққысыммен беріктікке тексеру келесі формула бойынша жүзеге асырылады

$$\delta_1 = \delta_1 = \frac{p_i}{2\delta} + \frac{p_r(1 - \cos\psi)}{\delta} = [\sigma] \quad (8.33)$$

бұл жерде p_i — артық қысым; p_r — гидростатикалық қысым; ψ — резервуардың толу биіктігін анықтайтын бұрыш (8.10-шы сурет); r — резервуардың радиусы.

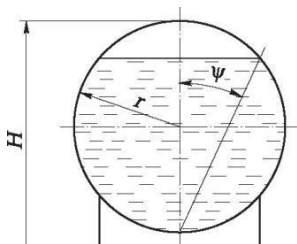
Сфералық резервуарлардың төменгі нүктесіндегі қабыршақтың қабырғасының талап етілетін қалыңдығы келесі формула бойынша анықталады

$$\delta = \frac{pr + p_i}{4[\sigma]r\varphi} \quad (8.34)$$

немесе нақтырақ формула бойынша

$$\delta_1 = [p_i + 2pr(1 - \cos\psi)] \frac{r}{2[\sigma]m_{ун}} \quad (8.35)$$

бұл жерде φ — беріктік коэффициенті (8.1-ші кестені қараңыз); m — резервуардың жұмыс істеу шарты коэффициенті ($m = 0,7$ қабылдайды); γ_n — жарылыс қаупі тұрғысынан сенімділік коэффициенті, $\gamma_n = 0,9$



8.10-ші сурет. Резервуардың толу биіктігін анықтайтын бұрыш

(металдың жаншып қақтау немесе қалыптау барысындағы созылуын есепке ала отырып, қабырғаның қорытынды қалыңдығын белгілеген жағдайдағы, есептелінген мәнді шамамен 2мм ұлғайтады).

Беткіге қалыпты, сыртқы біркелкі қысым (вакуум жағдайында) әрекеті барысындағы сфералық қабықшадағы сыни кернеуді, келесі формула бойынша анықтайды

$$\sigma_{кр} = 0,1 \frac{E\delta}{r}, \quad (8.36)$$

бұл жерде E , δ , r — тиісінше қабықшаның иілу модулі, қалыңдығы және радиусы.

Сонымен бірге $\sigma_{кр}$ есептілік кедергісі R мәнінен аспауы қажет

Кейде қабықша деп аталатын, сфералық резервуардың корпусын, бірнеше тірек бағандарының (әдетте алтау) немесе сақиналы бағанның көмегімен іргетасқа орнатады. Соңғысы температуралық деформацияларға үлкен бостандық беретіндіктен артығырақ. Бағандар саны экваториалды қимадағы жапырақшалардың санынан еселеп артық болуы қажет. Бағандарды қабықшаға дәнекерлейді және өзара бағандардың кеңістіктік қаттылығын қамтамасыз ететін жалғайды. Резервуардың қабықшасын, саны резервуардың көлеміне және екі түбіне тәуелді жарықшалардан жинақтайды. Экваториалды қимадағы жапырақшалардың саны тірек бағандарына еселенуі қажет. Олардың енін стандартты табактар көлемдерімен, ал ұзындықтарын – өңдеу әдісін ескере отырып, қабықша периметрімен ($2\pi r$) үйлестіреді. Жапырақшалар мен түптерді өзара меридионалды және сақиналық жіктердың түйісулерімен дәнекерлейді.

Қабықшадағы күш оның геометриясына және сыртқы жүктемеге тәуелді. Нақты есептеулер негізінде, резервуардың биіктігінің ортасындағы қима – меридианның қандай қалыпта болатындығы анықталатын болады.

Меридианның оңтайлы қалпы, тыныш жатқан сұйықтық тамшысы бейнесімен дәлме-дәл келеді екен. Осылайша, материал шығынын төмендету идеясы жүзеге асырылған, сұйық өнімдерді сақтауға арналған техникалық ыдыстардың жаңа түрі – тамшы тәрізді қалыптағы ыдыстар пайда болды.

Мұндай қалыптағы қабықша, сұйықтықтың гидростатикалық қысымының және бу-ауалық қоспалардың артық қысымының ықпалы қалпында тең беріктілікті болып табылады, бұл мұнай өнімдерін тік резервуарларға қарағанда неғұрлым жоғары қысымда сақтауға мүмкіндік береді. Тамшы тәрізді резервуарлардың көлемі 2 000...6 000 м³ құрайды.

Тамшы тәрізді резервуарлардың кемшілігі дайындау және монтаждаудың жоғары құны болып табылады.

Тамшы тәрізді резервуарлардың қабықшалары, экваторға дейін кішірейетін қысықтық радиустары бар эллиптикалық белдіктер қалпына ие.

Кішірею гидростатикалық жүктемеден артық қысымға дейін бүкіл беті бойынша, меридионалды және сақиналық күштердің өзара тең болатынындай ($N_1 = N_2 = \text{const}$) есеппен жасалынады, яғни тамшы тәрізді резервуарлардың есептемесінің негізіне қабықшаның тең беріктігі салынған.

Құбырлар және құбыр желілері. Құбыр желілері әртүрлі қысымдардағы және температуралардағы сұйық, газ тәрізді және сусымалы заттарды тасымалдауға арналған құрылғы болып табылады. Құбыр желілерінің өткізу қабілеттері әртүрлі болғандықтан, олардың көлемдері (диаметрлері) де үлкен диапазонда болады. Әртүрлі диаметрдегі дәнекерленген құбырларды магистралды газ-мұнай құбырларының, зауыттары құбырларының, гидротехникалық құрылғылардың, сонымен қатар атомдық және жылу электр станцияларының құрылыстарын салуда кеңінен қолданады.

Дәнекерленген құбырлар бойлық және спирал тәрізді жіктерге ие. Құбыр желілерін монтаждау барысында жекелеген құбырларды өзара көлденең сақиналық жіктермен жалғастырады.

Көптеген құбыр желілерін жобалауға дайындауға және монтаждауға жоғары талаптар қойылады, өйткені құбыр желілерінің сапасына, олардың беріктіктеріне және жұмысқа қабілеттіліктеріне құрылысы салынып жатқан объектілердің сенімділіктері тәуелді болады.

Құбыр желілерінің элементтерін, белгілі күштер және ішкі қысым жағдайында есептеу, элементтердің деформациялануын, олардың иілгіштерін және қимадағы пайда болатын кернеулерді анықтауға алып келеді. Міндетті жүйелі түрде қойғанда тура құбырды есептеу, күрделі имек жағдайындағы тік бөрененің есептемесінен айырмашылығы жоқ және қарапайым формулалар мен материалдардың кедергілері әдістерінің көмегімен жүзеге асырылады.

Магистралды құбыр жүйелерін шектік қалыптар әдісі бойынша есептейді, яғни құбыр жүйесінің, оны одан әрі пайдалану мүмкін емес болатын кернеулі қалыпта қарастрады. Құбыр жүйесінің бірінше шекті қалпы – оның ішкі қысымның ықпалымен бұзылуы, сондықтан құбыр жүйесінің көтеру қабілетінің сипаттамасы құбыр металының уақытша кедергісі (беріктік шегі) болып табылады.

Құбырдың материалының және жалғаушы бөлшектерінің уақытша кедергі бойынша (шынайы) $R_{ин}$ және ағымдылық шегі бойынша (шартты) $R_{уш}$ есептік кедергілерін, есептік температурасында келесі формулалар бойынша анықтауға болады:

$$R_{ин} = \frac{R_{ин}}{\gamma_{тиутм}}; (8.37)$$

$$R_{уш} = \frac{R_{уш}}{\gamma_{туутм}}; (8.38)$$

бұл жерде $R_{ин}$, $R_{уш}$ — тиісінше құбыр желілерінің кепілдендірілген беріктіктерін және кепілдендірілген қаттылықтарын қамтамасыз етуші, құбырлар материалдары мен жалғаушы бөлшектерінің нормативтік кедергілері; $\gamma_{т.и}$ — уақытша кедергі бойынша есептемелердегі пайдаланудың есептік температурасы жағдайындағы құбырлар мен жалғаушы бөлшектер материалы бойынша түзету коэффициенті; $\gamma_{т.у}$ — қалыпты температурадағы құбырлар мен жалғаушы бөлшектер материалы бойынша сенімділік коэффициенті; $\gamma_{т.а}$ — ағымдылық шегі бойынша есептемелердегі пайдаланудың есептік температурасы жағдайындағы құбырлар мен жалғаушы бөлшектер материалы бойынша сенімділік коэффициенті.

$R_{ин}$ және $R_{уш}$ нормативтік кедергілерін, тиісінше құбырлар мен жалғаушы бөлшектер материалының қалыпты температурадағы (20 °C) құбырлар мен жалғаушы бөлшектерге арналған мемлекеттік стандарттар немесе техникалық шарттар бойынша тиісінше уақытша кедергі және ағымдылық шегінің минималды мәндеріне тең деп қабылдау қажет.

Құбырлар мен жалғаушы бөлшектерді өзара жалғаушы, дәнекерлеудің кез-келген түрімен орындалған және бұзылмайтын әдістермен сапаны бақылаудан өткен, дәнекерлеу жіктерінің есептік кедергілерін, далғанатын элементтердің тиісті есептік кедергілерінің ең төменгі мәндеріне тең деп қабылдау қажет. Бұл бақылау болмаған жағдайда, дәнекерлеу жіктерінің есептік кедергілерін дәнекерлеу жіктерінің есептік кедергілерін 0,85 төмендетуші коэффициентімен қабылдау қажет.

Жекелеген тіректерге орнатылған жер беті құбырларын, құбыр желісінің тірек контурларындағы шекаралық жағдайларды есепке ала отырып сақиналық қима арқалығы ретінде есептейді. Құбырдың қабырғаларын беріктік пен төзімділікке есептейді, қабырғаның қалыңдығын, бойлық және сақиналық кернеулермен бірлескен әрекеттер жағдайындағы бойлық түйіндесу жіктерінің беріктігін қамтамасыз ету шартымен анықтайды. Құбыр желісінің беріктігін пайдалану процесінде әрекет ететін әртүрлі күштерді ескере отырып бағалайды. Әдетте, құбыр желілері статикалық жүктемеге есептелінген.

Жұқа қабырғалы құбыр желілері үшін беріктікті есептеуді, цилиндрге арналғандай кезеңсіз теорияға негіздейді. Лаплас теңдеуіне сәйкес

$$\sigma_m = 0; \sigma_t = \frac{R_{pp}}{\delta} (8.39)$$

бұл жерде σ_m , σ_t — тиісінше меридионалды және тангенциалды кернеулер; R — құбыр радиусы; p_p — құбырдағы жұмыс қысымы; δ — құбыр қалыңдығы ($\delta = \text{const}$).

Таңдап алынған δ қалыңдығындағы кернеу, σ_b материалдың беріктігі шегінен аспауы қажет. Бұл шарт, әдетте шектеуші болып табылмайды, өйткені құбырдың қалыңдығын көбіне конструктивтік және технологиялық негізде таңдайды.

Қолданыстағы есептеу нормаларында шекті жүктеме ретінде, ішкі қысым мәнін қабылдайды:

$$p_b = \frac{2\delta\sigma_t}{D}; (8.40)$$

бұл жерде σ_t — материалдың өзектік созылу барысындағы ағымдық шегі; D — құбырдың орташа бетінің көлденең қимасы диаметрі, $D = D_n - \delta = D_b + \delta$, бұл жерде D_n , D_b — құбырдың тиісінше сыртқы және ішкі диаметрлерінің номиналды мәндері.

Құбыр желілерінің беріктіктерін есептеу үшін, аталмыш конструкция жасалынған температура мен құбыр желісінің пайдалану процесіндегі температура (есептілік кезеңі) арасындағы айырмашылыққа тең, температуралық айырма түсінігін пайдаланады. Бұл параметрі құбыр желісі конструкциясының кернеулі-деформацияланатын қалпын анықтайды.

Қысылған тік сызықты және иілмелі-қиғаш құбыр желісінің көлденеі қималарындағы температура айырмасында кернеу пайда болады (ҚНЖЕ П-45-75)

$$\sigma_{\text{темн}} = \sigma_T \Delta T E \leq [\sigma], \quad (8.41)$$

бұл жерде σ_T — құбыр материалының сызықтық кеңуі коэффициенті; ΔT — температуралық айырмашылығы (қызған кезде оң); E — бойлық иілгіштік модулі.

Құбырдың көлденең қимасындағы сомалық кернеу

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_{\text{темн}} + \sigma_m \leq [\sigma], \quad (8.42)$$

бұл жерде σ_p — құбырда ішкі қысымнан пайда болатын сақиналық кернеулердің ең үлкен мәні; σ_m — құбыр материалы салмағынан құбырдағы пайда болған кернеу.

Есептеу нәтижесінде алынған ішкі диаметр мәнін, шартты өтпенің стандартты мәніне дейін дөңгелектейді.

Магистралды құбыр желілерінің қабырғалары қалыңдығын жүйелі жақындаулар әдісімен анықтайды. Алдымен қабырғаның қалыңдығының шамалас мәні беріледі, сосын бойлық өзектік кернеу анықталады:

$$\sigma_{\text{прN}} = -\alpha T \Delta T E + \frac{\text{пр} D_B}{\delta}; \quad (8.43)$$

бұл жерде α — жұмыс қысымына арналған артық салмақ коэффициенті; p — құбыр желісіндегі жұмыс (нормативтік) қысым; D_B — құбыр желісінің ішкі диаметрі.

Сосын құбыр металының екі өзекті кернеулі қалпын ескеретін коэффициентті табады:

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0.75 \left(\frac{\sigma_{\text{прN}}}{R_1} \right) - 0.5 \left(\frac{\sigma_{\text{прN}}}{R_1} \right)}; \quad (8.43)$$

бұл жерде R_1 — құбыр материалының есептік кедергісі. Онда құбыр қабырғасының қалыңдығы

$$\delta = \frac{\text{пр} D_N}{2 (\psi_1 R_1 + p)}; \quad (8.43)$$

бұл жерде D_N — құбырдың сыртқы диаметрі.

Егер, алынған мән берілген мәнмен сәйкес келмесе, онда есептеуді қабырға қалыңдығының формулалар бойынша табылған мәніне жақын жаңа шамалас мәнін қабылдай отырыпосы жүйелікте қайталайды.

Егер, диаметрi 100 мм артық дәнекерленуші құбырлар немесе құбыр желілері бөлшектерінде бойлық жіктері болса, онда жіктердің сәйкес келулеріне рұқсат етілмейді.

Мұндай элементтерді жинақтау барысында, бойлық жіктерді, жылжу құбыр қабырғасының қалыңдығының үшеселенген мәнінен кем болмайтындай және сонымен бірге, 100 мм кем болмайтындай етіпорналастыру қажет.

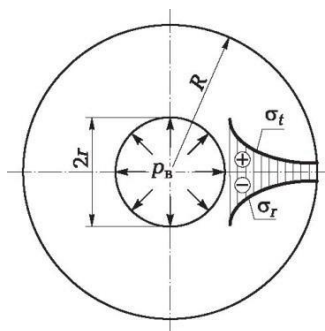
Құбыржелілерінің температуралық деформациялануының орнын толтырудың неғұрлым кеңінен таралған әдісі өзін-өзі толтыру болып табылады. Оған құбырлардың қызған кездегі созылуымен және ішкі қысымның ықпалымен тіректер мен технологиялық жабдыққа артық күш салусыз және құбыр металында қауіпті кернеулердің пайда болуынсыз қол жеткізілдеі. Өзін-өзі толтыру процесінде кернеулі жағдайлары, тік құбырлардың кернеулі қалыптарынан айтарлықтай ерекшеленетін туры сызықты және қисық сызықты учаскелердің иілуі орын алады.

Құбыр желісі қабырғасының қалыңдығы бойынша кернеулер эпюрлері 8.11-ші суретте бейнеленген. Кез-келген жағдайда құбырдың беріктігін неғұрлым қарқынды жүктелетін ішкі қабырға бойынша тексереді. Энергетикалық теорияны пайдаланған беріктік шарты төмендегідей

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_t^2 - \sigma_r \sigma_t + \sigma_r^2} \leq \sigma_{\text{пред}} \quad (8.44)$$

бұл жерде σ_t — құбырдың қызуынан пайда болатын кернеу; $\sigma_{\text{пред}}$ — о-в беріктік шегіннемесе о-ағымдылық шегін қабылдайтын, шекті кернеу.

Табақ конструкцияларын есептеу мысалдары. 1-ші мысал. Қалыңдығы $\delta = 4$ мм болатын болат резервуар қабырғасындағы кернеуді тексеру. Резервуар диаметрі $D = 12$ м, сұйықтық құю биіктігі $h = 6$ м, сұйықтықтың салыстырмалы салмағы $0,8 \text{ кгс/м}^3$, булардың артық қысымы $p_n = 0,2 \text{ кгс/м}^2$. Материалы — Ст.3 болат.



8.11 сурет. Жұқа қабырғалы құбыр желісі қабырғасындағы кернеулерді бөлу

Резервуардың жұмыс істеу шарты коэффициенті $m = 0,8$. Ст.3 маркалы болатқа арналған есептік кедергі $R = 2\ 100\text{ кгс/см}^2$.

Резервуарды бүтіндей тасымалдау мүмкін болмауы салдарынан, кем дегенде бір тік жік монтаждау барысында орындалуы қажет (рулондық дайындау жағдайында). Аталмыш жік қолмен түбін пісіре отырып орындалады деп санай отырып, кестелік деректер бойынша жіктің беріктігін анықтаймыз: $\varphi_{ш} = 0,95$.

Ондағы есептік кедергі

$$M_{\varphi_{ш}} R = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 2\ 100 = 1\ 596\text{ кгс/см}^2.$$

6 м тереңдіктегі сұйықтықтың есептілік қысымы

$$p_2 = 1,1 \cdot 600 \cdot 0,8 / 1\ 000 = 0,53\text{ кгс/см}^2.$$

Булардың есептілік қысымы

$$p_1 = 1,2 \cdot 0,2 = 0,24\text{ кгс/см}^2.$$

Резервуар түбіндегі қабырғадағы сақиналық кернеулер

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= (p_2 + p_1) r / \delta = (0,53 + 0,24) \cdot 600 / 0,4 = \\ &= 1\ 155\text{ кгс/см}^2 < 1\ 596\text{ кгс/см}^2.\end{aligned}$$

Меридионалды кернеулер

$$\sigma_1 = p_1 r / (2\delta) = 0,24 \cdot 600 / (2 \cdot 0,4) = 180\text{ кгс/см}^2.$$

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Табақ дәнекерлеу конструкциялары сызбаларының нұсқалары жиынтығы.
2. Сипаттамалар, сызбалар, сызбанұсқалар және и қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімін оқу.
2. Оқытушыдан дәнекерлеу қабықшасы сызбасын алу.
3. Дәнекерлеу қабықшасының жүктелу сызбасын сызу.
4. Тапсырма шарттарына сәйкес дәнекерлеу қабықшасын есептеу тәртібін таңдау.

5. Дәнекерлеу қабықшасының беріктігін есептеуді орындау.

№ 8 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыс орындалған күн _____

Дәнекерлеу қабықшасы сызбасы

Дәнекерлеу қабықшасын жүктеу сызбасы

Дәнекерлеу қабықшасының беріктігін есептеу

Оның көлемі тұрақты болғандағы дәнекерлеу қабықшасын орындау нұсқаларын салыстырыңыз

Жұмыс бойынша қорытындылар

Оқушының қолтаңбасы

Оқытушының қорытындысы

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Табақ конструкцияларындай параметрлері бойынша жіктейді?
2. Қабықшалы конструкцияларды жобалау мен дайындаудың ерекшеліктері неде?
3. Қабықшаларды есептеудің кезеңсіз теориясының негізгі принциптерін атаңыз.
4. Цилиндрлік қабықшадағы кернеулер қалай анықталады?
5. Сфералық қабықшадағы кернеулер қалай анықталады?
6. Қабықшалардың беріктігін тексеру қалай орын алады?
7. Дәнекерленген тік резервуарлар неге арналған?
8. Тік резервуардың ернеушесінің есептік қалыңдығын анықтау тәртібі қандай?
9. Резервуар ернеушесінің тексеру есептемелері қандай?
10. Резервуар қабырғасы белдігінің беріктігін қамтамасызету шарты неде?
11. Цилиндрлік резервуарлардағы жиек ықпалы дегеніміз не?
12. Жиек ықпалын азайту әдістерін санамалап шығыңыз.
13. Көлденең резервуарлардың міндеті мен конструктивтік ерекшеліктері қандай?

14. Цистерналарды есептеу тәртібі қандай?
15. Цистерна қалпының беріктігін тексеру қалай жүргізіледі?
16. Цистернаның беріктігі қалай бағаланады?
17. Көлденең резервуарларды жобалудың ерекшеліктері қандай?
18. Шар тәрізді резервуарлар не үшін қажет?
19. Шар қабықшаны беріктікке тексеру қалай жүргізіледі?
20. Шар тәрізді резервуардың қабырғасының қалыңдығы қалай анықталады?
21. Сфералық қабықшаның беріктігін тексеру қалай жүргізіледі?
22. Сфералық резервуардың тірек бағандарын есептеу қалай орындалады?
23. Тамшы тәрізді резервуардың конструктивтік ерекшеліктері қандай?
24. Тамшы тәрізді резервуардың беріктігін бағалау қалай жүргізіледі?
25. Дәнекерленген құбырлар мен құбыр желілерінің міндеттері, жұмыс шарттары және конструктивтік ерекшеліктері қандай?
26. Құбыр желілерінің беріктігін бағалау қалай жүзеге асырылады?
27. Құбыр желілерінің беріктігін есептеу тәртібі қандай?
28. Құбыр желілерінің дәнекерлеу жалғауларын есептеудің мәні неде?

БУНКЕРЛЕР

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Жалпақ қабырғалы бункерлер. Жалпақ қабырғалы бункерлер үш негізгі конструктивтік элементтерден тұрады (9.1-ші сурет): 2 қаптама, 3 қатты қыр және бункерлік арқалық 1. А – А қимасында қаптаманың (сол жақта) және қырдың (оң жақта) қалыпты кернеулері эпюралары көрсетілген.

Бункердің қаптамасын 9.1-ші кестеде келтірілген формулалар бойынша, кергі мен иілу кезеңінің бірлескен әрекетімен есептейді.

Көлденең қырларды $q l_0 / \cos \alpha$ (екінші құрамдас бөлік $q l_0 \sin \alpha$ қаптамаға параллельді — 9.2-ші сурет) жүктеме қаптамасына қалыпты көлденең құрамдас бөліктің ықпалымен есептейді.

Бункерлік арқалықтарды құйғыштың жоғарғы жиегіндегі бөлінген күштің тік және көлденең әрекетімен есептейді:

$$g_{\alpha} = (G_v + G_{\beta}) / (2p); (9.1)$$

$$g_{\alpha} = g_{\alpha} \operatorname{ctg} \alpha; g_{\beta} = g_{\beta} \operatorname{ctg} \beta (9.2)$$

бұл жерде G_v , G_{β} — тиісінше бункердің толу салмағы және конструкциясы салмағы; $2p$ — бункер құйғышының жоғарғы периметрі; g_{α} — бункер арқалығына түсетін тік бөлінген жүктеме; g_{α} и g_{β} — тиісінше α және β тараптары бойынша, бункер арқалығының төменгі белдігіне көлденең бөлінген жүктемелер.

Тік қабырғаға түсетін қысым, шаманы азайтады g_{α} , бірақ ол есепке алынбайды, өйткені материалдың қабырғаға тығыз емес жанасуы орын алуы мүмкін. Бункер конструкциясының жұмыс істеу коэффициенті $m = 1$.

Қаптаманың шекті иілуі, аралықтың $1/50$ ұзындығын құрайды, ал қатты қырлардікі, аралықтың — $1/250$ ұзындығын құрайды.

Бункерді толтыруға арналған артық салмақ коэффициенті $n = 1,3$, конструкциялар үшін — $n = 1,1$. Құйғыштың салмағын, қырдың және бекітпенің салмақтарын есептегенде, $K_k = 1,2$ конструктивті коэффициентін қабықша салмағына енгізу ескеріледі.

9.1-ші кесте. Жалпақ қабырғалы бункердің қаптамаларын есептеуге арналған формулалар

Анықталатын шама	Формула
Қабырғаға түсетін көлденең қысым	$p_x = K y z$
Қабырғаға түсетін тік қысым	$p_z = y z$
p_x ; p_z қысымдары арақатынасы	$K = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$
Қабырғаға түсетін қалыпты қысым	$q = p_x \sin^2 \alpha + p_z \cos^2 \alpha = \gamma z (K \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = \gamma z u$
u мәні	$u = K \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha$
Тік бұрышты шығару саңылауының кіші тарабы	$c = 2,5(d + 80) \operatorname{tg} \varphi$
Қаптамадағы кернеу	$\sigma = S/\delta + 6M/\delta^2 \leq R$
Қаптама енінің 1 см арналған қалыпты күш (кергі)	$S = 46(\sigma q l_0^2)^{0,75}$
Аралықтың ортасындағы қаптама енінің 1 см арналған иілу кезеңі	$M_{\text{пр}} = q l_0^2 / 8 - [S = (1 - 1,035 S / (S + S_E))] q l_0^2 / 8$
Аралық пен $q_1 + q_2$ жүктемелі аралықтарымен іргелес қаптама енінің 1 см арналған иілу кезеңі	$M_{\text{оп}} = (q_1 + q_2) l_0^2 / 10$
Аралықтың ортасындағы қаптаманың иілуі	$I = 4 q l_0^2 / [\pi (S + S_E)] = 0,129 q l_0^2 / (S + S_E)$
Қаптаманың 1 см арналған S_F мәні	$S_E = 1,9 \cdot 10^6 \cdot \delta^3 / l_0^2 = \pi E \delta^3 / (10,9 l_0^2)$
Бункер көлемі	$V = F h + H[F + f + (Ff)0,5]/3$

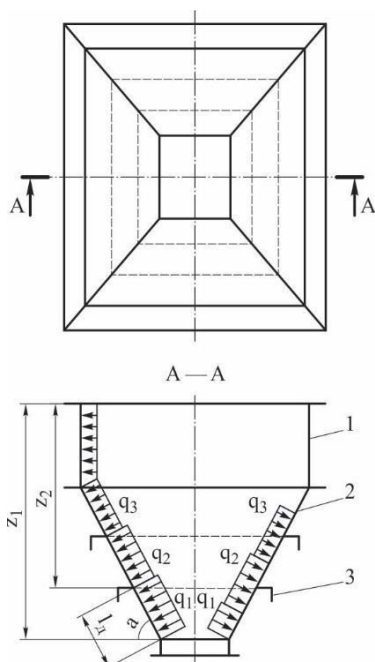
Ескерту: δ және l_0 — тиісінше қаптама аралығы ұзындығы және қалыңдығы; h және H — тиісінше бункердің призматикалық және приамидалық бөліктерінің биіктігі;

F және f — бункердің тиісінше жоғары және төмен көлденең қимасы аумағы; z — қаптаманың қарастырылып отырған нүктесінен бункер арқалығының ұшына дейінгі қашықтық;

γ және φ — бункердегі сақталынатын материалдың тиісінше салыстырмалы салмағы және табиғи еңкею бұрышы;

d — материал бөлшектерінің ең үлкен көлемі.

γ , φ және K шамаларының мәні — метал конструкциялары бойынша анықтамалықтарда келтірілген.

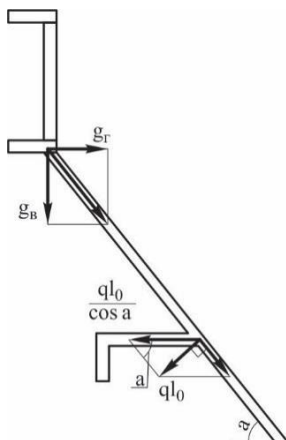


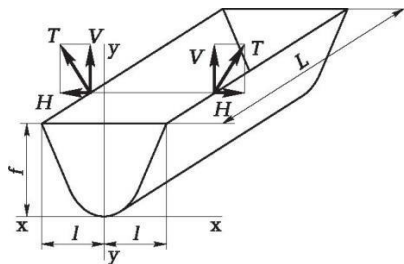
9.1-ші сурет. Жалпақ қабырғалы бункердің конструктивті сызбасы және қаптамалары мен қырларына арналған кернеулер эпюрлері:

1 — бункер арқалықтары; 2 — бункер қаптамасы; 3 — қатты қырлар; l_o — бункер қаптамасының аралығы ұзындығы; z — қаптаманың қарастырылып отырған нүктесінен бункер арқалығының ұшына дейінгі қашықтық

9.2-ші сурет. Бункердің көлденең қырларының жүктелу сызбасы:

g_v, g_z — бункерлік арқалыққа түсетін бөлінген жүктеменің тік және көлденең құрамдас бөліктері; q_{l_0} — қаптамаға қалыпты жүктеме





9.3-ші сурет. Параболалық бункердің конструктивтік сызбасы:

L — бункердің ұзындығы; f — бункердің параболалық қаптамасының ұзындығы; $2l$ — бункер іргесінің ені; T — қабықшадағы толық есептік күш; H — қабықшадағы көлденең нормативтік күштің құрамдас бөлігі; V — қабықшадағы тік нормативтік күштің құрамдас бөлігі

Параболалық бункерлер. Параболалық бункерлердің параболалық цилиндрдің беттерінен және екі жалпақ қабырғалардан тұрады (9.3-ші сурет). Икек параболалық қабықшадағы ең үлкен кернеулер, оның бункерлік арқалықтардағы жоғарғы нүктесінде пайда болады. Иілгіш қабықшаны созылуға есептейді.

Жалпақ қабырғалар және бункерлік арқалықтарды да, жалпақ қабырғалы бункерлердегідей есептейді.

Иілгіш қабырғаны және бункерлік арқалықтарды есептеуге арналған формулалар 9.2-ші кестеде келтірілген. Артық салмақ коэффициенттерін де, жалпақ қабырғалы бункерлердегідей есептейді.

Бункерлерлерді есептеу мысалдары. 1-ші мысал.

Толтырғыштың салыстырмалы салмағы $\gamma = 1,6$ тс/м³, $K = 0,217$ ($\varphi = 40^\circ$) болған жағдайда, 9.4-ші суреттегі бейнеленген жалпақ қабырғалы болат бункерді есептеу. Болат маркасы — Ст.3.

1. Қаптама. Қабырғаның еңкею бұрышы $\alpha_1 = 62^\circ$, аралық ұзындығы $l_0 = 340/2 = 170$ см; $\sin^2 62^\circ = 0,781$; $\cos^2 62^\circ = 0,221$; $l^2 = 28\,900$ см².

Қаптаманың қалыңдығы $\delta = 16$ мм. Қабырғаға түсетін нормативтік қысым:

$$z = 2,25 + 0,50 = 2,75 \text{ м —}$$

$$q_{1n} = 1,6 - 2,75(0,217 - 0,781 + 0,221) = 1,72 \text{ тс/м}^2 = 0,172$$

кгс/см² жағдайында бірінші (төменгі) аралықтың ортасында;

$$z = 0,75 + 0,50 = 1,25 \text{ м —}$$

9.2-ші сурет. Параболалықбункерлерді есептеуге арналған

Анықталатын шама	Формула
Түптің қисық сызығын теңеу	$y = (3x^2 - x^2/l)f/(2l^2)$
Бункердің көлденең қимасының аумағы	$F = 5fl/4$
Бункер көлемі	$v = FL$
Жүктеменің максималды ординатасы	$P_{\max} = 57f\gamma/4$
Аспа нүктесіндегі реакцияның көлденең құрамдас бөлігі	$H = l^2 P_{\max}/(3f) = 5\gamma l^2/12$
Сол реакцияның тік құрамдас бөлігі	$V = l P_{\max}/2 = 5\gamma lf/8$
Аспа нүктесіндегітолық реакция	$T = (H^2 + V^2)^{0,5}$
Қалыңдығы δ қабықшадағы ең үлкен қысым	$\sigma = T/\delta \leq R$

Ескерту: γ — сусымалы заттыңсалыстырмалы салмағы.

$q_{2н} = 1,6 \cdot 1,25 \cdot 0,390 = 0,78 \text{ тс/м}^2 = 0,078 \text{ кгс/см}^2$ жағдайында екінші (жоғарғы) аралықтың ортасында.

Есептік қысымдар:

$$q_1 = 1,3 \cdot 0,172 = 0,22 \text{ кгс/см}^2;$$

$$q_2 = 1,3 \cdot 0,078 = 0,10 \text{ кгс/см}^2.$$

Қаптамадағы неғұрлымүлкен кезенді анықтау үшін, аралықтағы және (қалыпты күштің жеңілдететін ықпалын ескере отырып) тіректегі кезеңдерді өлшеу қажет (9.1-ші суретті қараңыз):

$$S = 46 \cdot (1,6 \cdot 0,22 \cdot 28\,900)^{1/3} = 1\,040 \text{ кгс};$$

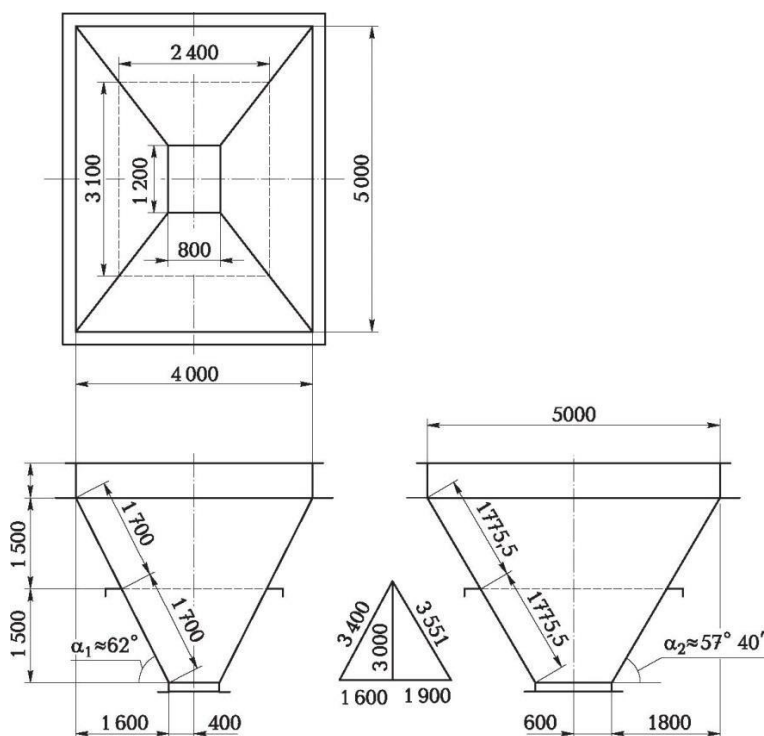
$$S_E = 1,9 \cdot 10^6 \cdot 1,6^3 / 28\,900 = 270 \text{ кгс};$$

$$M_{он} = 0,22 \cdot 28\,900 \cdot [1 - 1,035 \cdot 1\,040 / (1\,040 + 270)] / 8 = 163 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

$$M_{он} = (0,22 + 0,10) \cdot 28\,900 / 16 = 578 \text{ кгс} \cdot \text{см} > M_{пр};$$

$$\sigma = 1\,040 / 1,6 + 6 \cdot 578 / 1,6^2 = 1\,900 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Қаптаманың нормативтік жүктеменің ықпалыменорын алатын салыстырмалы иілуі келесіні құрайды



9.4-ші сурет. 1-ші мысалдағы беріктікті есептеуге арналған жалпақ қабырғалы бункердің көлемдері

$$f/I_0 = 0,129 \cdot 0,172 \cdot 170 / (1\,040 + 270) = 1/350 < 1/50.$$

Іргелес қабырғаның еңкею бұрышы $\alpha_2 = 57^\circ 40'$; аралығы $I_0 = 355,1/2 = 177,6$ см; $\sin^2 57^\circ 40' = 0,715$; $\cos^2 57^\circ 40' = 0,286$; $I_0^2 = 31\,540$ см².

Қаптаманың қалыңдығы $\delta = 18$ мм. Қабырғаға түсетін қысым: $z = 2,75$ м

$$Q_{1n} = 1,6 \cdot 2,75 (0,217 \cdot 0,715 + 0,286) = 1,94 \text{ тс/м}^2 = 0,194$$

кгс/см² жағдайында;

$$q_1 = 1,3 \cdot 0,194 = 0,252 \text{ кгс/см}^2;$$

$z = 1,25$ м —

$$q_{2n} = 1,6 \cdot 1,25 \cdot 0,441 = 0,882 \text{ тс/м}^2 = 0,088 \text{ кгс/см}^2 \text{ жағдайында;}$$

$$q_2 = 1,3 \cdot 0,088 = 0,114 \text{ кгс/см}^2;$$

$$S = 46 - (1,8 \cdot 0,252 \cdot 31\,540)^{1/3} = 1\,120 \text{ кгс};$$

$$S_E = 1,9 \cdot 10^6 \cdot 1,8^3 / 3 \cdot 1\,540 = 352 \text{ кгс};$$

$$M_{\text{пр}} = 0,252 \cdot 31\,540 \cdot [1 - 1,035 \cdot 1\,120 / (1\,120 + 352)] / 8 = 169 \text{ кгс} \cdot \text{см};$$

$$M_{\text{он}} = (0,252 + 0,114) \cdot 31\,540 / 16 = 720 \text{ кгс} \cdot \text{см} > M_{\text{пр}};$$

$$\sigma = 1\,120 / 1,8 + 720 / 1,8^2 = 1\,950 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Имекті тексеру:

$$f/l_0 = 0,129 \cdot 0,194 \cdot 177,6 / (1\,120 + 352) = 1/326 < 1/50.$$

2. Қырлар. Қырдан бункерлік арқалықтарға дейінгі қашықтық $z = 150 + 50 = 200$ см. Қысым z пропорционалды болғандықтан, қабырғаға түсетін қалыпты қысым қырлар деңгейінде

$$q_1 = q_{a1} = 200 \cdot 0,22 / 275 = 0,16 \text{ кгс/см}^2;$$

$$q_2 = q_{a2} = 200 \cdot 0,25 / 275 = 0,18 \text{ кгс/см}^2.$$

Қырға түсетін бөлінген (погондық) жүктеме

$$p_n = 0,217 \cdot 1,6 \cdot 2 \cdot 1,5 = 1,04 \text{ тс/м};$$

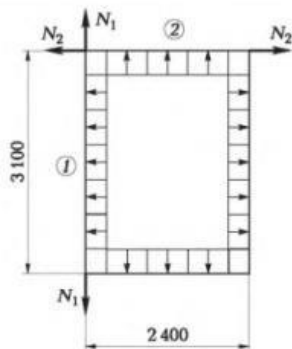
$$p = 1,3 \cdot 1,04 = 1,35 \text{ тс/м}.$$

Қырлардағы қалыпты күштер (9.5-ші сурет):

$$l = 3,10 \text{ м жағдайында } N_1 = 1,35 \cdot 2,4 / 2 = 1,62 \text{ тс} = 1\,620 \text{ кгс};$$

$$l = 2,40 \text{ м жағдайында } N_2 = 1,35 \cdot 3,10 / 2 = 2,10 \text{ тс} = 2\,100 \text{ кгс}.$$

9.5-ші сурет. Бункер қырларындағы қалыпты күштер N ықпалы сызбасы



$l = 310$ см, $N = 1\,620$ кгс қырына арналған есептеулерді жүргіземіз. Қырға берілетін қысым 170 см енді жолақтан беріледі.

Қырдағы өзекке қатысты ең үлкен кезең, қптаманың параллельді бетінде:

$$M = 0,16 \cdot 170 \cdot 31078 = 326000 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Қыр қимасы (9.6-ші сурет) көлемдері бұрышы қимасынан $160 \cdot 100 \cdot 10$ мм, аумағы $F = 25,3$ см² инерция кезеңдері $J_x = 667$ см⁴; $J_y = 204$ см⁴ және қырдан әрбір тарапқа ұзындығы $108 = 10 \cdot 16 = 160$ мм қаптама учаскесі қимасынан тұрады. Еңкею бұрышы $\alpha = 21^\circ 18'$. Қимадағы сомалық аймақ

$$\Sigma F = 25,3 + 1,6 \cdot 32 = 76,5 \text{ см}^2.$$

62° тең бұрышқа бұрылған өзекке қатысты бұрыш инерциясы кезеңін анықтау үшін, оның бұрылған негізгі өзектеріне қатысты бұрышының инерцияның ортадан тепкіш кезеңін табамыз.

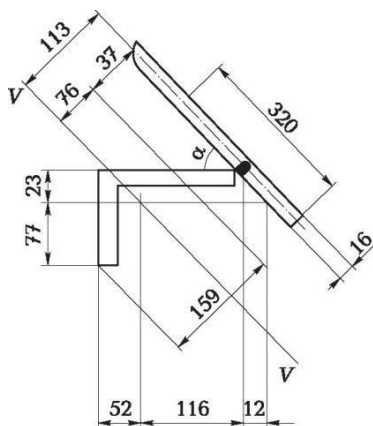
$$\operatorname{tg} \alpha = 0,39; \operatorname{tg}(2\alpha) = 0,92;$$

$$J_{xy} = 0,5(J_y - J_x) \operatorname{tg}(2\alpha) = 0,92 \cdot 0,5(204 - 667) = -213 \text{ см}^4.$$

V өзегіне қатысты инерция кезеңі:

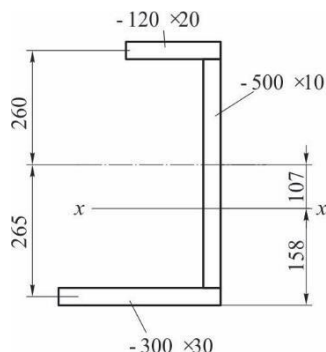
$$\begin{aligned} J_V &= J_x \sin^2 62^\circ + J_y \cos^2 62^\circ - J_{xy} \sin 124^\circ = \\ &= 667 \cdot 0,781 + 204 \cdot 0,221 - (-213) \cdot 0,829 = 743 \text{ см}^4. \end{aligned}$$

V өзегінен қаптама өзегіне дейінгі қашықтық $128 \cdot 300/340 = 113$ мм.



9.6-шы сурет. Бункер қыры қимасы

9.7-ші сурет. Бункер арқалығы қимасы



V өзегінен U бейтарап өзегіне дейінгі қашықтық $= 32 \cdot 1,6 \cdot 11,3/76,5 = 7,6$ см.

бұдан

$$J = 743 + 25,3 \cdot 7,6^2 + 51,2 \cdot 3,7^2 = 2\,900 \text{ см}^4;$$

$$W = 2\,900/15,9 = 182 \text{ см}^3;$$

$$\sigma = 1\,620/76,5 + 326\,000/182 = 1\,810 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Қырдың салыстырмалы иілуі

$$f/1 = 0,16 \cdot 170 \cdot 310^3 / (76,8 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 2\,900) = 1/580 < 1/250.$$

Бункер арқалығы қимасына арналған (9.7-ші сурет):

$$F = 50 \cdot 1 + 12,2 + 30 \cdot 3 = 50 + 24 + 90 = 164 \text{ см}^2;$$

$$\gamma = (26,5 \cdot 90 - 26 \cdot 24) / 164 = 10,7 \text{ см};$$

$$J_x = 1 \cdot 50^3 / 12 + 24 \cdot 26^2 + 90 \cdot 26,5^2 - 164 \cdot 10,7^2 = 70\,800 \text{ см}^4;$$

$$W|_{x=x}^{\text{н.п}} = 70\,800 / 17,3 = 4\,100 \text{ см}^3;$$

$$W|_{z=z}^{\text{н.п}} = 450 \text{ см}^3.$$

Бункерді толтыру салмағы

$$G_V = 1,3\gamma V = 1,3 \cdot 1,6 \cdot [4 \cdot 5 \cdot 0,5 + 3[4 \cdot 5 + 1,2 \cdot 0,8 + (4 \cdot 5 \cdot 1,2 \cdot 0,8)^{0,5}] / 3] = 74 \text{ тс.}$$

1,2 конструктивтік коэффициентіндегі құйғыштың салмағы

$$G_6 = 1,1 \cdot 1,2 \gamma \Sigma \delta S = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 7,85 \cdot 2 \cdot (0,016 \cdot 3,4 \cdot 3,1 + 0,018 \cdot 3,55 \cdot 2,4 + 0,010 \cdot 0,59) = 7 \text{ тс.}$$

Барлық аралықтарға берілетін салмақ:

$$G = G_V + G_6 = 74 + 7 = 81 \text{ тс.}$$

Арқалықтарға ықпал ететін погонды жүктемелер және

$$\text{кезеңдер : } g_B = 81/2(4 + 5) = 4,5 \text{ тс/м;}$$

$$M_x = 4,5 \cdot 5^5/8 = 14 \text{ тс/м} = 1\,400\,000 \text{ кгс} \cdot \text{см;}$$

$$g_r = g_B \cdot \tan 28^\circ = 4,5 \cdot 0,532 = 2,4 \text{ тс/м;}$$

$$M_{\text{н.п.}}^z = 2,4 \cdot 5^2/8 = 7,5 \text{ тс} \cdot \text{м} = 750\,000 \text{ кгс} \cdot \text{м.}$$

Төменгі белдіктің шеткі фибрасындағы кернеу:

$$1\,400\,000/4\,100 + 750\,000/450 = 2\,010 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Дәнекерленген бункерлер сызбалары нұқсалары жиынтығы.
2. Сипаттамалар, сызбалар, сызбанұсқалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімін оқу.
2. Оқытушыдан дәнекерленген бункер нұсқасын алу.
3. Дәнекерленген бункер сызбасын сызу.
4. Тапсырма шарттарына байланысты дәнекерленген бункерді есептеу тәртібін таңдау.
5. Дәнекерленген бункердің беріктігін есептеуді орындау.

№ 9 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмыс орындалған күн _____

Дәнекерленген бункер сызбасы

Дәнекерленген бункердің жүктелу сызбасы

Дәнекерленген бункердің беріктігі есептемесі

Дәнекерленген бункерді орындау нұсқаларын салыстыру

Жұмыс бойынша қорытындылар _____

Оқушының қолтаңбасы _____

Оқытушының қорытындысы _____

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Жалпақ қабырғалы дәнекерленген бункерлердің негізгі элементтерін атаңыз.
2. Бункердің қаптамасы қандай күшке есептелінген?
3. Бункер арқалықтары мен қырлары қандай күшке есептелінген?
4. Дәнекерленген параболалық бункерлердің негізгі элементтерін атаңыз?
5. Параболалық бункердің иілгіш қабықшасы қандай жүктемеге есептелінген?
6. Бункерді толтыру барысында артықсалмақ коэффициентінде не түсініледі?

МАШИНАЛАРДЫҢ ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН БӨЛШЕКТЕРІ МЕН ТОРАПТАРЫ

1. КІРІСПЕ БӨЛІМ

Дәнекерлеген конструкциялардың басқалармен салыстырғандағы артықшылықтары, олардың машина құрастырудың әртүрлі салаларында кеңінен қолданылуларымен шартталған. Машина құрастыруда пайдаланылатын дәнекерленген конструкциялар, жобалау барысында ескеру қажет болатын бірқатар ерекшеліктерге ие.

1. Қолданылатын болат маркалары мен қосындыларының диапазоны ауқымды. Көміртекті және төмен қоспаланған болаттармен бірге, дәнекерлегенге дейінгі немесе кейінгі арнайы өңдеу нәтижесінде алынатын айрықша қасиеттерге ие жоғары қоспаланған болаттар пайдаланылады, сондықтан конструкциялардың сапаларына жоғары талаптар қойылады.

2. Машиналар бөлшектерінде элементтердің көлемдері беріктігімен емес, қаттылығымен анықталатын кездер аз емес. Бұл жағдайда жұмыс кернеулері рұқсат етілетіннен айтарлықтай төмен қабылданады. Сондықтан, көлемдері мен конфигурациялары, материалдарды пайдаланудың жеткілікті жоғары коэффициентін алуға мүмкіндік беретін дайындамаларды қолдану қажет.

3. Элементтер типтік көлемдерінің санның, профильдер нөмірлерінің, табақ прокаты қалыңдығы мәндерінің және де бірқатар басқа да көрсеткіштердің кемуі технологиялық конструкциялардың негізгі шарты болып табылады.

4. Пайдаланымдағы дәнекерленген конструкциялардағы қалдық кернеулер, уақыт өте келе өзгереді. Мұның салдарынан конструкцияларда деформациялар пайда болады. Сондықтан, дәлдіктің жоғары қалитеті бойынша дайындалатын және өңделетін дәнекерлеу бұйымдарын, дәнекерлегеннен кейін термиялық өңдеуден өткізу қажет.

5. Машиналардың дәнекерлеу бөлшектерін қорытынды механикалық өңдеуді, әдетте термиялық өңдеуден кейін жасайды.

6. Механикалық өңделген дайындамаларды, дайын бөлшекті одан кейінгі механикалық өңдеусіз жинақтауға және дәнекерлеуге, тек дәнекерлеудің мұқият өңделген технологиясы жағдайында ғана қолдануға болады.

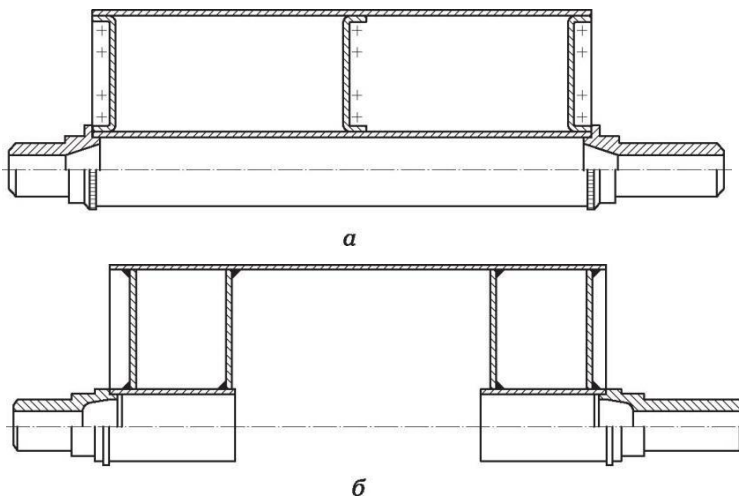
Машиналардың дәнекерлеу бөлшектерін жобалау барысында қажет: қоспаланған болаттарды кеңінен пайдалану, оның ішінде термиялық өңделген қалыпта;

дайындалатын және өңделетін дәнекерлеу бұйымдарын, пайдалану процесіндегі көлемдердің өзгерулерін жою үшін термиялық өңдеуден өткізу қажет (термиялық пештерде);

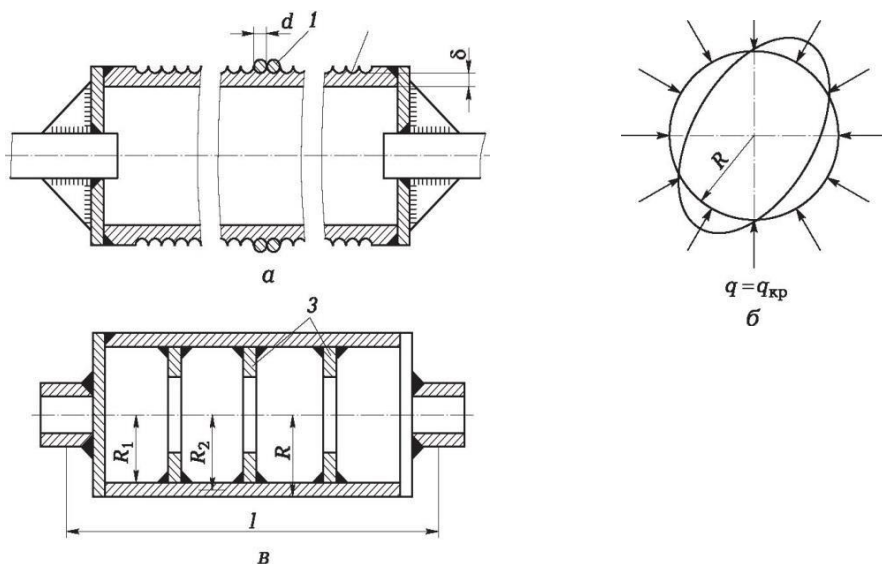
айтарлықтай көлемдерде шығарылатын бұйымдар үшін, дәнекерлеудің жоғары өнімділіктегі әдістерін кеңінен пайдалану (контактілік, қорғаныс газдары ортасындағы флюс атындағы автоматтық, ал қалың қабырғалы элементтер үшін – электршлақтық, әсіресе элементтердің 40...50 мм артық қалыңдықтары жағдайларында).

Машиналардың дәнекерлеу бөлшектерін есептеуді, әдетте рұқсат етілетін кернеулер бойынша жүзеге асырады.

Дәнекерлеу барабандары. Барабандарды көбіне табақтардан дәнекерлеп жасайды. Бірқатар бұйымдарда негіз ретінде профильдік материалдың каркасы алынады. Барабандарды, оған шетмойын дәнекерленген, жалпақ дөңгелек табақтар болып табылатын бүйіржақ қабырғаларымен қосылады. 10.1, а суретінде көрсетілген конструкцияда барабан алшақтығы жоқ білікке, ал 10.1, б суретінде — алшақтығы бар білікке отырғызылған.



10.1. Дәнекерлеу барабандарының типтік конструкциялары (а, б)



10.2 -ші сурет. Арқанда барабанға орауға арналған жырашықтардың орналасуы (а); сыни мәннен асатын бөлінген жүк жағдайындағы барабанның тұрақтылығын жоғалтуы сызбасы(б); қаттылықтың сақиналы элементтерімен күшейтілген барабан (в):

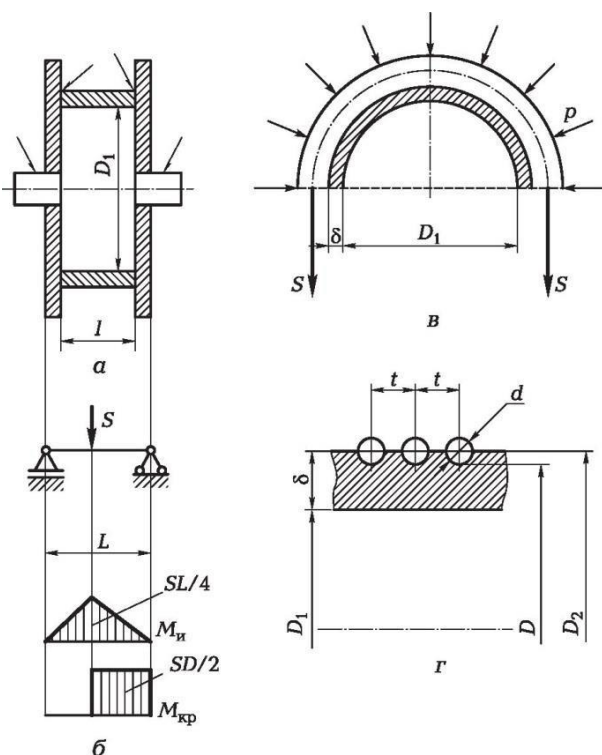
1 — арқан; 2 — барабанның қабырғасы; 3 — қаттылықтың сақиналық элементтері; d — арқан диаметрі; δ — барабан қабырғасының қалыңдығы; l — барабанның жұмыс бөлігінің ұзындығы; R — барабанның сыртқы радиусы;

R_1 — барабанның ішкі радиусы; R_2 — барабанның қабырға қалыңдығы ортасындағы радиусы; q — барабанға ықпал ететін бөлінген күш; $q^{\wedge}$ — барабан өзінің тұрақтылығын жоғалтатын, бөлінген күштің сыни мәні

Шағын диаметрлі барабандар үшін құбырлар немесе құймаларды, барабан корпусының орташа немесе үлкен көлемдерінде бір немесе бірнеше табақтардан жаншып қақтайды.

Барабанның ұзындығы оның міндетіне тәуелді және $(3,0... 3,5)D$ құрайды, бұл жерде D — барабандиаметрі. Егер, барабан қабырғасының қалыңдығы көрсетілмесе, онда оны $s=0,01D+ 0,3$ см эмпирикалық формуласы бойынша анықтайды. Алынған мәнді стандарттағыға дейін дөңгелектейді, одан кейін тексеру есептемесін орындайды.

Шахталық көтергіш барабанының үстінде, арқанды орауға оңтайлы болу үшін, арқанның диаметріне сәйкес келетін жырашықтар қарастырылады (10.2, а суреті). Барабан табақтарының қалыңдығы, олардң жырашықтармен босансуларына жол береді.



10.3 -ші сурет. Дәнекерлеу барабанын есептеуге арналған сызба (а—г)

Цилиндрлік барабан (10.3, а суреті) арқанның керілуінің ықпалымен, сығымдалудан, бұралудан және иілуден күрделі кернеуді сезінеді. Ұзындықтары $3D$ кем барабандарда, бұралу мен иілуден келетін кернеу әдетті сығымдалу кернеуінің 10...15% аспайды. Бұл жағдайда барабан, сығымдалуға ғана есептелінген, оның сыртқы беті бойынша біркелкі бөлінген жүктеме ықпал ететін сақина ретінде қабылдайды (10.3, в суреті). Сақинаның ішкі бетінде пайда болатын ең үлкен кернеуді, келесі формула бойынша анықтайды:

$$\sigma_c = \frac{2pD_2}{(D_2 - D_1/2)} \quad (10.1)$$

бұл жерде p — арқанның барабанға радиалды қысымы; D , D_1 — тиісінше барабанның сыртқы (жырашықтың түбі бойынша) және ішкі диаметрлері (10.3, г суреті).

Барабан қабырғаларының қалыңдығын $\delta \ll D$ деп қабылдауға болатындықтан, $D_1 \approx D$ деп қабылдауға болады.

Радиалды қысым $p = 2S/(Dt)$, бұл жерде S — арқандағы максималды күш; t — жырашықтар қадамы.

p үшін көріністі (10.1) формуласына қоя отырып, келесіні аламыз

$$\sigma_c = \frac{1}{\delta t} \leq [\sigma],$$

бұл жерде $[\sigma]$ — барабанның материалы мен механизмінің жұмыс тәртібіне байланысты кестелер бойынша қабылданатын рұқсат етілетін кернеу.

Жырашықтар қадамы, немесе тілмелер қадамы, $t = d + 2 \dots 3$ мм, бұл жерде d — арқанның диаметрі (10.3, г суретін қараңыз).

Барабанның ұзындығы $L > 3D$ болған жағдайда, бұралу мен иілуден келген барабан қабырғасындағы кернеуді тексеру қажет. Барабанды, оның ортасына салынған, арқандағы S күшімен жүктелген, екі тіректі арқалық ретінде қарастырады (10.3, б суреті). Барабанның беріктігін тексеру үшін есептеу формулаларын қолданады:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W} \leq [\sigma];$$

$$\tau_k = \frac{M_{kp}}{W_p} \leq [\tau];$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma_c]$$

бұл жерде W , W_p — тиісінше барабанның көлденең қиығына кедергінің өзектік және полярлық кезеңдері; τ_k — бұрау барысындағы жанаспа кернеу; σ_{np} — келтірілген кернеу.

Барабанның қабырғасындағы $M_{ii} = SL/4$ кезеңінің иілімінен келетін кернеу

$$\sigma_{ii} = \frac{M_{ii}}{W_{ii}} = \frac{M_{ii}D}{0.1(D^4 - D_1^4/4)};$$

$M_k = SD/2$ кезеңін бұрудан келетін кернеу

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{M_k D}{0.1(D^4 - D_1^4/4)};$$

арқанның орамдарының радиалды кернеуімен жүктелген барабан қабырғасы өзінің беріктігін жоғалтуы мүмкін (10.2, б суреті). Бұл жағдайда болат барабанның цилиндрлік қабырғасындағы сыни кернеу келесі формула бойынша анықталады

$$\sigma_{кр} = 0,92E \frac{\sigma}{I} = \sqrt{\frac{2\sigma}{D}} \leq 0,8\sigma_T; (10.2)$$

бұл жерде E , δ_r — тиісінше материалдың иілгіштік модулі және ағымдылық шегі; I — бүйіржақ қабырғалар арасындағы немесе бүйіржақ қабырға және барабанның цилиндрлік қабырғасының ішкі бетіндегі орналасқан, қаттылық сақинасыарасындағы қашықтық (10.3, а суретін қараңыз).

Егер, сыни кернеу рұқсат етілетін мәннен артық болса, онда δ қабырғаның қалыңдығын не ұлғайту немесе конструкция барабанынан 3 қосымша қаттылық элементтерін енгізу қажет (10.2, б суретін қараңыз). Бұл жағдайда, бұрыштық жіктің иіlmелі M_n және айналмалы $M_{кр}$ кезеңдерімен бірілскен әрекетінің беріктігін келесі формула арқылы тексереді:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma_{ш}^2 + 3\tau_{ш}^2} \leq [\tau].$$

Барабан аралығының ортасындағы, ең үлкен иілу кезеңі,

$$M_n = SL/4, \quad (10.3)$$

бұл жерде L — тіреулер арасындағы қашықтық.

Иілуден келетін кернеу

$$\sigma = M_n/W. \quad (10.4)$$

Барабан кедергісінің өзектік кезеңін сақиналық қимада да, келесі ұсынылған формула бойынша табуға болады

$$W = \pi(R^4 - R_1^4)/4, \quad (10.5)$$

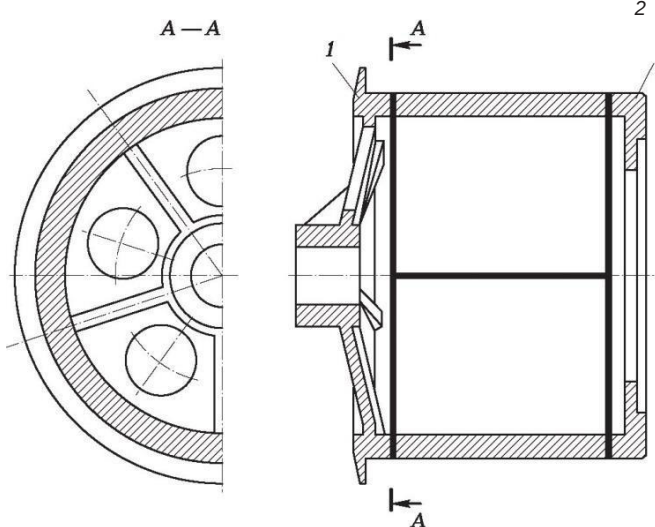
бұл жерде R , R_1 — тиісінше ішкі және сыртқа радиустар. Егер, кезең білікке бір жағынан берілетін болса, онда

$$M_{кр} = SR. \quad (10.6)$$

Сонымен бірге, бұралудан келетін кернеу

$$\tau = M_{кр}/W_p, \quad (10.7)$$

бұл жерде W_p — кедергінің полярлық кезеңі.



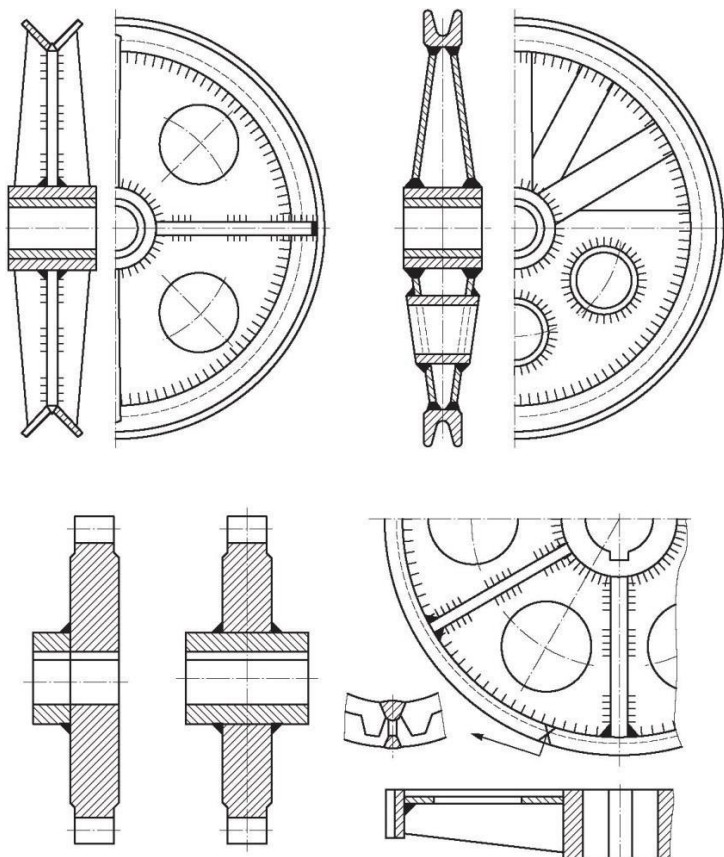
10.4 -ші сурет. Жүкшығыр барабаны конструкциясы: 1 — күпшек; 2 — фланец

Толық білікке арналған

$$W_p = \pi(R^4 - R_4^4)/2. \quad (10.8)$$

Ірі көлемді барабандарды дайындау барысында, электршлакты дәнекерлеуді пайдаланған жөн. 10.4-ші суретте адымдаушы экскаватордың жүкшығырының 22Г болаттан жасалынған дәнекерлеу барабаны бейнеленген. Барабанның күпшегі 1 және фланеці 2 25Л маркалы болаттан құйылған және механикалық өңдеуден өтер алдында термиялық өңдеуден өткізілген. Дәнекерлеу жұмыстары орындалғаннан кейін, бүкіл барабан екінші рет термиялық өңдеуден өтетін болады.

Дәнекерлеу тісті доңғалақтары және шкивтері. Дәнекерлеу тісті доңғалақтары және шкивтерінің мысалдары 10.5-ші суретте келтірілген. Күпшектің ішкі диаметрі әдетте біліктің диаметріне сәйкес келеді. Шабактар ретінде қалыпталған профильдер, құбырлы өзектер, таврлар, қос таврлар пайдаланылады. Доңғалақтардың шеңберлерін қалың қабырғалы табактардан жаншып қақтайды және контактілік машиналардағы электр-доғалы дәнекерлеумен түйістіріп, ал кейбір жағдайларда қолмендәнекерлейді. Шеңберлерді жоғарғы сұрыпты болаттан, сонымен қатар 35, 45 және т.б. маркалы көміртекті болаттар маркаларынан соғу немесе жаншып қақтау арқылы дайындайды. Дисктердің күпшектермен жалғауын жиектерді дайындаумен, сонымен қатар дайындаусыз орындайды. Оларды имек автоматтармен дәнекерлеген тиімді.



10.5 -ші сурет. Дәнекерлеу шкивтері және тісті доңғалақтар

Жиектерді дайындау, әсіресе ауыспалы жүктемелі конструкциялармен жұмыс жасағанда тиімді.

Тісті доңғалақтардың және шкивтердің орталықтары әдетте, қаттылықты ұлғайту үшін екі қабырғалы болып орындалады.

Тісті доңғалақтарға қалдық кернеулерді алыптастауға арналған пеште термиялық өңдеу жасауды, механикалық өндегенге және тістерді шығарғанға дейін жасайды. Шкивтер мен сермерлерді дәнекерлегеннен кейін, әдетте жұмсартпайды.

Дәнекерленген тісті доңғалақты, ілінісу тісіне түсірілген жанаспа күшпен есептейді. Егер, шабақтар төртеуден аз болса, онда T күшін бір шабақ толықтай қабылдайды деп саналады.

Шабақтағы есептік күштер T көлденең күші және $M = Tl$ иілу кезеңі болып табылады (10.6-шы сурет).

M кезеңі әрекеттен келетін кернеу

$$\sigma = My_{\max} / J, \quad (10.9)$$

бұл жерде $y_{\max}$ —10.6, б суретінде көретілген максималды қашықтық; J — шабақтың көлденең қимасының оның x өзегіне қатысты инерциясы кезеңі.

Оның белдігін оның қабырғасымен жалғайтын шабақтар жіктеріндегі жанаспа кернеулерді, келесі формула бойынша анықтайды:

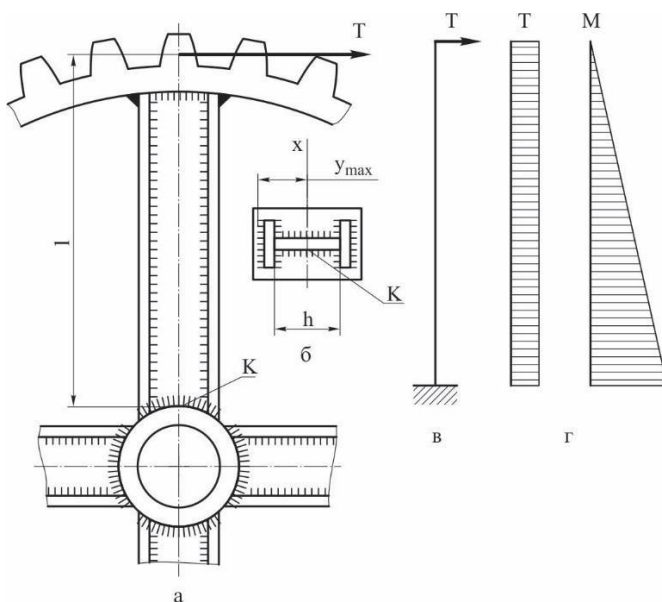
$$\tau = TS / (2J - 0,7K), \quad (10.10)$$

бұл жерде S — сөренің шабақтың ауырлық орталығына қатысты статикалық кезеңі; K — жік катеті.

Шабақтың күпшекпен қосылған орнында, M кезеңі әрекетінен бұрыштық жіктердегі кернеуді анықтау қажет:

$$\tau = M(y_{\max} + K) / J_c, \quad (10.11)$$

бұл жерде J_c — жік периметрінің x өзегіне қатысты инерциясы кезеңі.



10.6-шы сурет. Тісті доңғалақ (а), шыбықтың күпшекпен жалғауы (б), T көлденең күш әрекеті сызбасы (в) және шабақ ұзындығы бойынша T және M эпюрлары (г)

Тісті доңғалақтар мен шкивтерді жобалағанда, дискті күпшекпен байланыстырушы жіктер есептік болып табылады (10.7-ші сурет). Бұрыштық жіктермен жалғау үшін

$$\tau = \frac{M_{кр}}{2n\beta KA} \leq [\tau]; (10.12)$$

бұл жерде $M_{кр}$ — айналу кезеңі, $M_{кр} = TR$ (бұл жерде R — доңғалақтың бастапқы шеңбері радиусы); n — айналмалы жіктер саны; β — бұрыштық жіктердегі кернеулерді есепке алатын коэффициент; A — айналмалы жіктердің есептік аумағы.

Жиіктердің бөліктерімен жалғастыруға арналған бұраудан келетін жанаспа кернеулер (10.8-ші сурет)

$$\tau = \frac{M_{кр}}{2\delta_d A n} \leq [\tau]; (10.13)$$

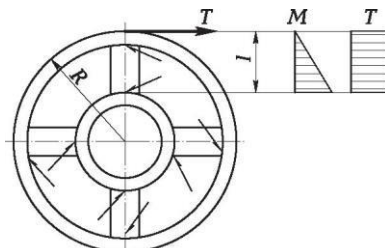
бұл жерде δ_d — дисктің қалыңдығы; A — шва жік контурының ортаңғы сызығымен қамтылған аумақ, $A = n d_c^2 / 4$; n — дәнекерлеу жіктері саны (дисктер саны).

Шабақтары бар дәнекерлеу шкивін есептеген кезде (10.7-ші сурет), $a \leq 4$ шабақтар санында, T ортақ күші консольдік арқалық тәрізді жұмыс жасайтын бір ғана шабақ ретінде толықтай қабылданады. Бұл жағдайда, $T = Q$, бұл жерде Q — көлденең күш. Q күшінің әрекетінен қиманың кернеуі төмен болады, өйткені есептеуді тек $M = Tl$ иілу кезеңі бойынша ғана жүргізеді (10.6-шы суретті қараңыз).

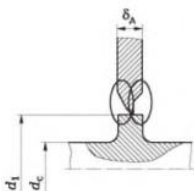
Әрбір шабақ үшін $a > 4$ болғанда

$$T_a = \frac{M_{кр}}{aR}; (10.14)$$

Шабақ және шабақ – күпшек жалғауы үшін $M = Tl$ кезеңінен және $Q = T$ кесу күшінен келетін кернеулерді анықтайды.



10.7 -ші сурет. Тісті доңғалақтар мен шкивтерді есептеуге арналған сызба



10.8 -ші сурет. Дәнекерлеу шкивін есептеуге арналған сызба.

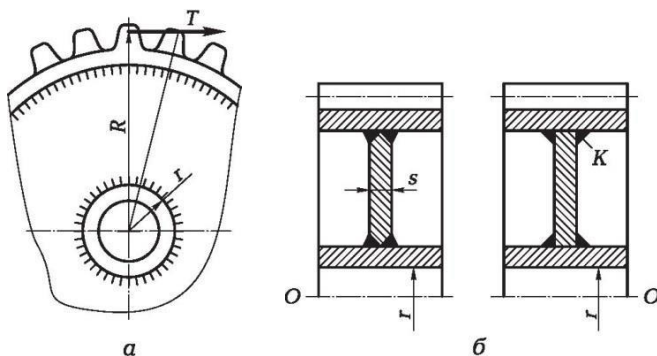
Шабактарының орнында орталықты дәнекерлеу тісті доңғалақтары бар конструкцияларда (10.9-шы сурет), неғұрлым жүктемесі көбі орталықты күпшекпен жалғастырып тұрған жіктер болып табылады. Олар айналмалы кезеңді қабылдайды

$$M = TR. \quad (10.15)$$

Күпшектің орталықпен жалғауындағы кернеуді, жанаспа кернеулер жіктің ұзына бойына біркелкі бөлінген деп жорамалдай отырып анықтайды. Сонымен бірге, жиектері дайындалған жіктегі кернеуді келесі формула бойынша табады

$$\tau = M / (2\pi r^2 s). \quad (10.16)$$

Өртүрлі ірі көлемді доңғалақтарды дайындағанда, электршлақты дәнекерлеумен дәнекерленген конструкцияларды қолданады. Күпшектерді жиектерін дайындаусыз түйістірілген екі жартылай шеңберден дәнекерлейді. Шеңбер мен күпшекті игеннен кейін және бүкіл конструкцияны жинақтағаннан және дәнекерлегеннен кейін, соңғы механикалық өңдеудің алдында термиялық өңдеуден өткізеді.

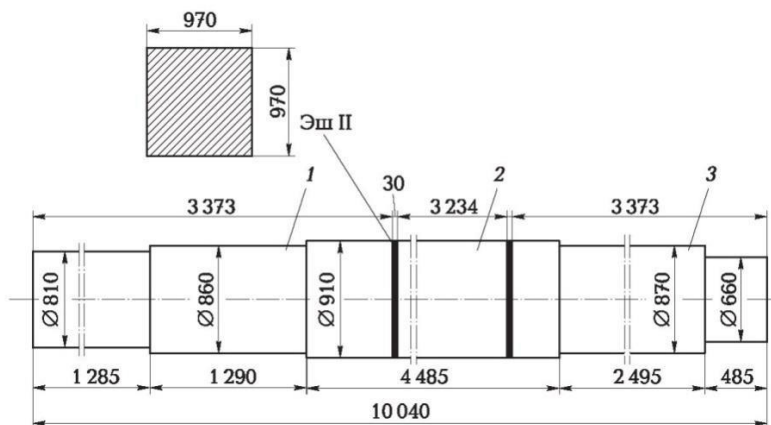


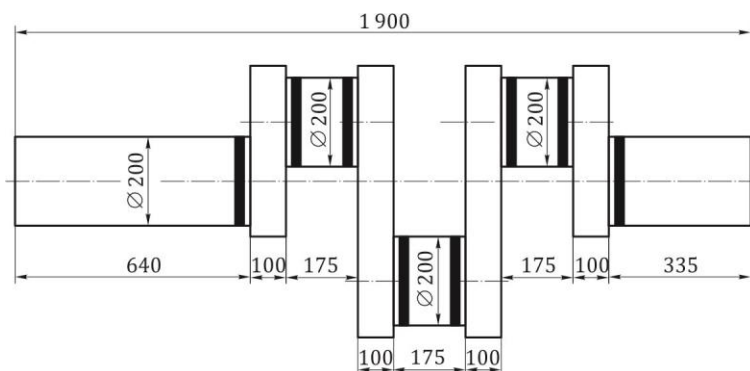
10.9 -шы сурет. Шабактары бар орталықтың дәнекерлеу жалғауыне септеуге арналған сызба:

a — жиектерін дайындай отырып; **б** — жиектерін дайындаусыз

Дәнекерлеу біліктері. Біліктерді әртүрлі бөлшектерден дәнекерлеу өндіріс технологиясын арзандатады және біліктерді тұтас шыңдалғылар мен құймалардан дайындау тәсілімен салыстырғанда, өнімнің неғұрлым жоғарғы сапасын қамтамасыз етеді.

Жалпы жағдайдағы іліу мен бұралудың бірлескен әрекеттері барысындағы беріктік қоры





10.11 -ші сурет. Электршлақты дәнекерлеудің көмегімен орындалған, гидросорғы қондырғысының иінді білігі

фкоэффициентінің білік диаметріне тәуелділігі келесідей:

білік диаметрі, мм	20	30	50	100
φ	0,9	0,85	0,8	0,76

арақатынастары $\sigma_T/\sigma_B = 0,45... 0,60$ болатын дәнекерлеу жалғаулары үшін $n_e = 1,15.1,60$, ал арақатынастары $\sigma_T/\sigma_B = 0,60.0,85$ — $n_e = 1,50.2,0$ қабылдауға болады.

Редукторлардың дәнекерлеу корпустары. Редукторлардың корпустарын көбіне, дәнекерлеп дайындайды, әсіресе жекелеген және төмен сериялы өндірісте. Бұл құйылған редукторлармен салыстырғанда айтарлықтай жеңіс береді (10.1-ші кесте).

Редуктордың корпусы дәл дайындауды талап етеді, сондықтан оны дәнекерлегеннен кейін термиялық пеште жұмсарту қажет. Механикалық өңдеу жұмсартылғаннан кейін жүзеге асырылады. Дәнекерлеу редукторларын прокаттық элементтерден, иілген және қалыпталған профильдерден дайындайды.

10.1-ші кесте. Құйылған және дәнекерленген корпусстар массасы		
Бөлшек	Редуктор бөлшегінің массасы, кг	
	құйылған	дәнекерленген
Корпус	50,3	27,8
Корпустың қақпағы	22,2	11,3
Қорытындысы	72,5	39,1

Автомобильдердің дәнекерленген бөлшектері мен тораптары. Автомобилькұрастыруда контактілік дәнекерлеу (нүктелік, рельефтік және жіктік), түйістірілген дәнекерлеу (контактілік тәрізді және үйкеліспен), сонымен қатар көміртекті газды ортада имектеп дәнекерлеу кеңінен таралған. Бұл көрсетілген процестерді автоматтандыру және механикаландыру мүмкіндігімен түсіндіріледі, бұл жаппай өндіріс үшін міндетті шарт болып табылады.

Бірінші деңгейдегі жауапкершілікті бөлшектерді дәнекерлеп жалғау. Кардан біліктері. Автомобильдің 250 мың км дейінгі жүрісі шегінде кардан біліктерінің жұмысқа қабілеттіліктерін қамтамасыз етудің қажеттілігі, дәнекерлеу жалғаулары сапасына екі негізгі талап қояды.

1. Ашалар мен оймакілтек төлкесінің кардан құбырымен дәнекерлеп жалғауының талап етілетін механикалық беріктіктері қамтамасыз етілуі қажет. Автомобиль ілінісуді сөндірусіз жанымен тежелгенде немесе ілінісудегі сермердің кинетикалық энергиясын пайдалана отырып орнынан қозғалғанда инерциялық кезең пайда болады.

Әдеттегі ілісуі және қос еңісті доңғалақтары бар жүк автомобильдеріндегі трансмиссияға салмақ түсіретін инерциялық кезең, беріліс қорабының берілістері санын ескере отырып, жылдамдық сипаттамасы бойынша есептелінген қозғалтқыштың максималды кезеңінен екі есе асуы мүмкін. Автомобиль трансмиссиясының дәнекерлеу жалғауларының есептемесін, айналымкезеңінің ең жоғарғы мәндері бойынша өткізу қажет:

$$M_{врmax} = (1,5 \dots 2,0) M_{дmax} i_T,$$

бұл жерде $M_{дmax}$ — қозғалтқыштың максималды айналу кезеңі; i_T — трансмиссияның беріліс саны.

Мұндай кезеңдермен кейде кардан біліктері айналады. Көміртекті газ ортасында автоматты дәнекерлеумен орындалатын, трансмиссияның дәнекерлеу жалғауы, 520 кгс • м кезеңі ықпалына есептелінген. Көп жылдық практика, сынақтан өткізу барысында, сонымен бірге пайдалану барысында, дәнекерлеу жалғауы бойынша бұзылулардың байқалмағанын көрсетеді. Үйкелісті дәнекерлеудің көмегімен дәнекерлеп жалғауын орындаған жағдайда, карданның дәнекерлеу жалғауының механикалық беріктігі, ашаның негізгі металының беріктігінен сәл жоғары екендігін көрсетеді. Құбыр мыжылған кезде бұзылу ашаның негізгі металы бойынша орын алады.

Үйкеліспен дәнекерленген кардан біліктерінің төзімділіктері шегі, имектеп дәнекерлеуді қолдана отырып дайындалған кардан біліктерінің шектерінен төмен емес. Үйкеліспен дәнекерлеу барысындағы ақаулардың болуы, төзімділік шегін сәл төмендетеді.

2. Дәнекерлеу жалғауларын конструктивті рәсімдеу және оларды орындау тәсілдері, саңылаулардың минималды өзектік сәйкессіздігін және

аша құлақшаларының минималды ажырауларын қамтамасыз етеді. жүргізілген эксперименталды жол зерттеулері, саңылаулардың өзектерінің сәйкессіздіктерінің 0,04 мм артық болмауы қажет екендігін көрсетті. Мұндай дәлдіктегі кардан берілістерін бірқатар басқа шаралармен үйлесімде дайындау, олардың автомобильдің 250 мың км дейінгі жүрісі барысындағы жұмысқа қабілеттіліктерін қамтамасыз етеді.

Дәнекерлеу жалғаулары екінші талаптың сақталуын қамтамасыз етпейді, өйткені автоматтық имектеп дәнекерлеу құлақшалардың деформациялануына және саңылаулар өзектерінің орындарынан жылжуларына алып келеді, ал мойынтіректердің қисаюы кардан берілісінің қызметін шұғыл қысқартады.

Айтарлықтай деформация жағдайында, саңылаулардың өзектерінің қажетті сәйкестіктерін тек карданның жиынтықтағы жонып өңдеу немесе жануыштау жолымен ғана алуға болады. Дайындаудың талап етілетін дәлдігі арнайы жалғауларды қолдану арқылы алынуы мүмкін. Ашаның бүйіржағынан құлақшалар саңылауларының өзектеріне дейінгі 94 мм қашықтықта, құлақшалардың өзектерінің сәйкессіздігі 0,01...0,02 мм шегінде болуы қажет.

Көлемдердің тұрақтылығы және минималды деформациялану келесі жағдайда қамтамасыз етіледі: үйкеліспен дәнекерлеуде 4 с дейінгі және имектеп дәнекерлеуде 20 с дейінгі түйіскен жалғауды қыздыру уақытының қысқаруымен. Ал қыздыру температурасы 1 100...1 200°C құрайды, бұл CO₂ ортасында дәнекерлегеннен бірқатар төмен болып табылады;

ашаның бүйіржағынан құлақшалар саңылауларының өзектеріне дейінгі қашықтықты, үйкеліспен түйіскен дәнекерлеуде 94 мм дейін және имектеп дәнекерлеуде 72 мм дейін ұлғайтумен (оны толық пайдалану есебінен қалыптау ұзындығын өзгертусіз);

үйкеліспен дәнекерлеу барысында бүкіл қиманы қыздырудың үлкен біркелкілігімен.

Тығыздауыш тығыны бар оймакілтек төлкесін де түйістіріп үйкеліспен дәнекерлейді. Оймакілтек төлкесінің, тығынның және кардан құбырының дәнекерлеу жалғауы, оймакілтек өлкесіндегі майдың карданның құбырына ағып кетпеуі үшін герметикалық болуы қажет. Тығынды алдын-ала төлкеге қысыммен енгізгенде ең таңдауды нәтижелерге қол жеткізледі, бұл оның одан кейінгі үйкеліспен дәнекерлеу барысында түсіп қалуының немесе қисаюының алдын-алады. Екі түйіспені бір мезетте дәнекерлеу сызба талап ететін бүкіл карданның өзектерінің сәйкестігін, сонымен қатар төлкенің оймакілтегі өзегінің кардан өзегіне қатысты дұрыс орналасуын қамтамасыз етеді (2° шегіндегі жылжумен).

Рөлдік басқару бөлігі. Автомобильдің бұл бөлшегі неғұрлым маңыздыларының бірі болып табылады. Жалғаудың максималды сенімділігіне 45 болаттан жасалынған ұштың 35 болатпен балқытулы контактілік дәнекерлеудің орнына үйкеліспен түйістіріліп жалғауды қолдануымен қол жеткізіледі, бұл негізінен үйкеліспен дәнекерлеу тәртібінің

тұрақтылығымен түсіндіріледі. Балқыту арқылы дәнекерлегенде құбырдың сыртын орталықсыз-жылтырату станогымен жылтыратады. Беттің тазалығының бірқатар шоғырланбауының болуымен, ал тиісінше өтпелі кедергі тұрақты болып табылмайды. Балқытумен дәнекерлеудегі ақау 1,5...2,0%, үйкеліспен дәнекерлегенде —0,1 %-дан кем болып табылады. Үйкеліспен дәнекерленген түйіспедегі қаттылықтыңшамалы ұлғаюы, қайырмаларды кесер алдында термоөңдеуді қолданудың қажеттілігін жоққа шығарады.

Рөлдік басқарудағы дәнекерлеу жалғауларын, доңғалақтардың орнындағы бұрылуы кедергісі кезеңін анықтай отырып есептейді:

$$M_c = \mu(G_a^3/p_{\text{ш}})^{0,5}/3,$$

бұл жерде μ — шиналардың топыраққа үйкелуі коэффициенті; G_a — алдыңғы өзек жүктемесі, кгс; $p_{\text{ш}}$ — шинадағы ауа қысымы, кгс/см².

Бұл эмпирикалық формула шынайыға жақын нәтижелер береді. Кедергі кезеңінің шамасы бойынша рөлдік басқару бөлшектеріндегі жүктемелер анықталады.

Рөл білігінің дәнекерлеу жалғауының беріктігінің есептемесі алдыңғы білікке 2 840 кгс жүктемесімен, 3,5 кгс/см² шиналардағы қысымымен ЗИЛ-ММЗ-555 автомобилі үшін орындалды. $\mu = 0,85$ үйкелу коэффициентінде кедергі кезеңі 230 кгс • м құрады. Бұл есептеу шамасы кезең 200...260 кгс • м тең болған, автомобильдегі тензометрлеудің нәтижесімен сәйкес келеді.

Рөл білігінің дәнекерлеу жалғауының бұрауға сыналуды, негізгі метал бойынша бұзылудың 205...224 кгс-м кезеңін салған жағдайда орын алатынын көрсетті. Үйкеліспен дәнекерлеу негізгі металға дәнекерлеу жалғауының тең беріктігін қамтамасыз етеді. Осылайша, сызбамен қарастырылған негізгі металдыңқимасы беріктіктің сегіз еселік қорын қамтамасыз етеді.

Жетекші белдіктер картерлері. Тәуелді аспалы машиналарда, жетекші белдікті алдын-ала есептеу үшін иіле жұмыс жасайтын және доңғалақтарды байланыстыратын іші бос қатты арқалық ретінде қарастыруға болады. Неғұрлым қауіптісі, кезеңнің ықпалымен көлденең иілуге есептелінетін, рессор белдігімен сәйкес келетін қима болып табылады.

$$M_b = TBR_d/4,$$

бұл жерде T — доңғалақтар шиналарына түсетін жүктеме, кгс; B — доңғалақтардың араларының ені мен рессорлар арасындағы қашықтық айырмашылығы, см; R_d — 2,0... 2,5 тең деп қабылданатын динамикалық коэффициенті. Шетмойынның белдік қартерінің арқалығымен дәнекерленген жалғауы неғұрлым жүктелгендердің бірі болып табылады, әсіресе екі білікті автомобильдерде. Жүк автомобилінің (екі білікті) арқалықтарының дәнекерленген жалғауы, сынақтың 10^6 циклдерінде 17 тс лүпілдеуші жүктемесінің бұзылуынсыз шыдауы қажет. Дәнекерленген жалғаудың төзімділігін стандарттік тозу сынықтарын эксперименталды жолмен анықтайды. Белдікті максимумы (2,0...2,5) Т болатын, лүпілдеуші жүктемемен рессорлы алаңдар бойынша жүктейді. Бұл пайдаланудың жолдық шарттарын жеткілікті нақты есептеп шығарылады. Лүпілдеудің минутына 120...130 циклдік жиілігіндегі иілу ұшы (мм) $f = 0,00125K$ аспауы қажет, бұл жерде K — доңғалақтар арасындағы арақшықтық, см.

Бандаждың еңкейген қалпында қартерлердің төзімділіктері шұғыл төмендейді.

Қартерді шетмойынмен дәнекерлеп жалғаудың екі типі мүмкін болады. Қартер арқалығы мен шетмойынның тік бұрышты қимасы жағдайында, төзімділік шектері мәндерінің үлкен шашылымы байқалады. Бұл ыстық қалыптау жағдайында арқалықтың ұсынылған көлемін, әсіресе көлденең-көмкеру машиналарында дайындалатын шетмойындардың көлемдерін ұстап қалу мүмкін болмайтындығымен түсіндіріледі. Қабырғаның қалыңдығы мәндерінің радиустық бөліктегі шашылымы 10...15 мм құрайды. Бұл жағдайдағы түйіспелі дәнекерленген жалғанылуы, жиектердің орнынан жылжуы, металдың тасуы тәрізді айтарлықтай ақаулармен орын алады, бұл оның төзімділігін шұғыл төмендетеді. Арқалықтарды жалғастыру CO_2 ортасында имек дәнекерлеумен және үйкелу дәнекерлеуімен жүзеге асырылуы мүмкін. Бүкіл қима бойынша толық балкуға қол жеткізу, үйкелісті дәнекерлеуді қолданумен қамтамасыз етіледі. Иmekті дәнекерлеу барысында толық балкыту үшін арнаулы төсемелерді пайдалануы қажет (жік металының ағуына жол бермеу үшін). Арқалықтың құбыры ішіне төсемені енгізудің қиыншылығы және мыстан жасалынған төсеме мен қартер арқалығының өңделмеген ішкі беті арасындағы тығыз емес орындардың болуы, дәнекерлеудің мұндай тәсілін қолдануды тиімсіз етеді. Кейде, бүкіл қима бойынша тұрақты пісіруді алуға мүмкіндік беретін жалғау пайдаланылады. Қалатын төсеменің болуы, жалғау конструкциясына кернеулердің табиғи концентраторды енгізеді және тозушылық беріктікті айтарлықтай төмендетеді.

Неғұрлым жұмысқа қабілеттісі, үйкеліс дәнекерленуімен орындалған жалғау.

Шетмойындар мен акартер арқалықтарын үйкеліспен дәнекерлеудің, балқытумен түйістіріп дәнекерлеуімен салыстырғандағы бұған дейінгі айтылған артықшылықтарынан бөлек, тағы да бір артықшылыққа ие – ол артылымды кесуге арналған қымбат тұратын операциялардан және балқытумен контактілі дәнекерлеуде міндетті түрде болатын металдың шашырандыларының қатып қалуына жол бермеуге мүмкіндік береді. Картердің ішкі бетіндегі метал мен артылымның шашырауының болуына жол берілмейді. Метал мен артылымның май ваннасына түсуі тісті берілістің істен шығуына алып келеді.

Дәнекерлеу жалғауын таңдау барысында, термоөңдеу сипаты мен металдың маркасы айтарлықтай рөл ойнайды. Автомобильдердің жетекі белдіктерін өнжіру барысында соңғы уақыттарға дейін, шетмойын үшін 40Х болаты, арқалық үшін 40 болаты, картерлер үшін 35 болаты қолданылып келді. Дәнекерлеу арқалықтарын көлемді термоөңдеуден өткізеді: шындау және жұмсарту. Шетмойын мен арқалықтың көрсетілген конструктивті үйлесімінде, арқалықтың шындалуын тек майда ғана жүргізуге болатын еді. Шындалу нәтижесі шұғыл төмендеді. Көп жылдық картер аралығына жасалынған тозу және механикалық сынақтар талдауы келесіні анықтауға мүмкіндік берді:

тік орналасқан бандаждағы белдіктердегі неғұрлым жүктелген аймақ, түйіспелі дәнекерлеу жалғауы болып табылады;

бандаждың көлденеңінен орналасуы жағдайында, айтарлықтай кернеулер тек қана түйіспелі дәнекерлеу жалғауы аймағында ғана емес, сонымен қатар қақпақтан картер арқалығына өту учаскесінде де шоғырланады;

автомобильдің қозғалысы барысында өте қауіпті бұзылымдар, дөңгелек тежеуіш фланецін дәнекерлеу аймағында байқалады.

Пайдалану жағдайларында тағы да екі жағымсыз факторы анықталды: сызаттардың түзілуі және реактивті тұтқыштарды дәнекерлеп жалғау бойынша бұзылуы, сонымен қатар картер арқалығының рессор кронштейнін орнату орындарының жылдам тозуы.

Тігінен орнатылатын белдіктерде, бұзылулар түйіскен жалғау аймағының төменгі бөліктерінен басталды, яғни пайдалану шарттарында айтарлықтай созылатын кернеулерді өрістейтін орындарда. Көлденеңінен орнатылатын белдіктерде, бұзылулары әдетте дәнекерлеу жігі аймағында, қақпақ жағынан басталған, өйткені ол жерде айтарлықтай созылатын кернеулер өрістеді.

Бірқатар конструктивтік-технологиялық шешімдер, дәнекерлеу белдіктерінің технологиялылығын және жұмысқа қабілеттілігін жақсартуға мүмкіндік берді.

Белдіктер картері арқалықтары үшін 17ГС болаты, ал шетмойындар үшін — 35 маркалы болаты ұсынылды. Көлемді термоөңдеу процесі үстіртін термоөңдеу процесімен алмастырылды, бұл орасан зор шыңдау және жұмсарту электр пештерінен бас тартуға мүмкіндік берді. Сонымен бірге, арқалықтың жүктеме ықпалындағы қаттылығы өзгерген жоқ. Картер арқылығының термоөңдеуі келесілерден тұрды:

кернеулердің құрылымдық концентраторын жоюға арналған түйіспелі дәнекерленген жалғауын қалыптастыру;

тозуға жақсы жұмыс істейтін, ұсақ түйіршіктік құрылымды ала отырып, жоғарғы жиіліктегі токтармен шетмойынды шыңдау;

неғұрлым қауіпті аймақ — түйіспелі жалғаудың төменгі бетіндегі сығымдалудың қалдық кернеулерін жасауды қамтамасыз ететін, түйіспелі жік аймағын қосыша термоөңдеу.

17ГС болатынан алынған және сипатталған термоөңдеуден өткен белдіктерді тозуға сынақтан өткізу, стендте 10⁶циклдер базасында белгі ауыспалы жүктеліммен өткізілді. Жүктеме тік беттегі рессорлық аумақтарға түсірілді.

17ГС болатынан дайындалған картерлердің орташа ұзақ жұмыс істеулері, 35 маркалы болаттан жасалынған картерлермен салыстырғанда біршама жоғары болды. 17ГС маркалы болаттан жасалынған картерлерді сынау нәтижелерінің неғұрлым жоғары тұрақтылығы, бұзылудың төменгі мүмкіндігі туралы куәландырады.

Картердің қақпағынан арқалыққа өтетін учаскеде кернеулердің конструктивті концентраторы (қалыңдығы 6 мм болатын қақпақтан қалыңдығы 10 мм болатын картерге өту орны), сонымен қатар айналмалы жіктің болуынан технологиялық концентратор болады. Қауіпті аймақты бытырамен өңдеуді қолдану, көрсетілген аймақта қалдық сығымдалған кернеулерді жасауға және төзімділік шегінің орташа мәнін 3-4 есеге арттыруға мүмкіндік береді.

35 маркалы болаттан жасалынған тежегіш дөңгелек фланец 40Х маркалы болаттан жасалынған шетмойында орнатылды және екі айналмалы жіктер дәнекерленді. Мұндай болаттардың сапалы имек дәнекерленуі қиындатылған. Картердің арқалығының ұшының дөңгелек киығын қолдану, сонымен қатар 17ГС маркалы болатты енгізу картердің арқалығына шетмойынның орнына дөңгелек фланецті орнатуға мүмкіндік берді.

Бірақ, арқалыққа дөңгелек фланецті орнату қосымша қаттылық береді және кернеулердің жоғары шоғырлануына алып келеді. Дәнекерлеу жігі тік бұрышты қиманың дөңгелекке өтетін орнындағы конструктивті концентратор аймағына жақын орналасқандықтан, кернеулердің шоғырлануы одан да артық ұлғаяды. Толық тұйықталған айналмалы жіктің болуы төменгі беттегі фланец учаскесінде пластикалық деформациялануға кедергі келтіреді, бұл жерде созушы кернеулер өрістейді.

Сондықтан, фланецтегі дәнекерленген айналмалы жікті, созылған ұлпалар аймағында 90° бұрыш шегіндегі айырмамен орындаған жөн.

Картер арқалығының тірек кронштейндерін арқалыққа бекіту орындарындағы тозуының алдын-алу үшін, қосымша төсеме орнатылады. Дәнекерлеу жалғауларын қолдану тозу беріктігін шұғыл төмендетеді, өйткені дәнекерлеу жігі, айтарлықтай шамада металдың икемділігі тозған, арқалықтың радиустық бөлігінің маңында орналасады. Төзімділіктің жоғарғы шегін қамтамасыз ететін, дәнекерлеу жалғауларын қолдану неғұрлым тиімді. Бұл жағдайда жікті бейтарап өзектің маңына орналастырады.

Екінші дәрежедегі жауапкершіліктегі бөлшектердің дәнекерлеу жалғаулары. Тойтарма жалғауларды, конструкцияны айтарлықтай өзгертусіз дәнекерлеумен алмастыру, жиектемелік беріктігінің тозуының ұлғаюына алып келмейді. Не контактілік, немесе имектеп дәнекерлеумен орындалатын арқалықтарды лонжеронға бекітуге арналған дәнекерлеу нүктелері, тойтарма жалғаулары үшін тесілетін саңылаулар тәрізді кернеулер концентраторлары болып табылады.

Дәнекерлеу жиектемесінде арқалықтар негізгі конструктивтік өзгерістерге ұшырайды. Екі таврлы немесе швеллердік типтегі құбырлық, жабық және ашық арқалықтар әзірленген, сынақтан өткен және қолданылады.

Құбырлы арқалықтары бар жиектемелер. Мұндай жиектемелер белгілі бір артықшылықтарға ие. Жиектемеге қисық симметриялық жүктемелерді салу, лонжерондарға бұралудан айтарлықтай қосымша кернеулердің түсулеріне алып келмейді, өйткені лонжерондар тораптарда қысылмай, өздерінің бұрауға арналған шағын қаттылықтарынан айтарлықтай кедергісіз бұралады. Бұрауға негізгі кедергіні арқалықтар келтіреді. Құбырлы арқалықтар кернеулердің қима бойынша, сонымен қатар арқалық ұзындығы бойынша біркелкі бөлінуін қамтамасыз етеді. Лонжерондардың тік қабырғалары бар құбырлы арқалықтарды жалғаудың екі нұсқасы болуы мүмкін: арқалықтардың жиектемелермен қалыптандыруларға түйіспелі жалғаулары; арқалықтардың лонжерондар қабырғаларына түйіспелі жалғаулары.

Неғұрлым қолайлылары, балқыту арқылы контактілік дәнекерлеумен орындалатын бірінші нұсқа бойынша жалғау болып табылады. Жиектемелері болмаған жағдайда, дәнекерлеуді әдеттегі дәнекерлеуден 2-3 есеге артық тоқтығыздығындағы қатты тәртіпте түйіндестіріп жүргізу қажет.

Басқа дәнекерлеуді қолдану арқылы орындалған мұндай жалғауларды, «Мерседес — Бенц» фирмасының жүк көтерімділігі 3 т дейінгі жүк автомобильдерінде пайдаланылады.

Құбырлы арқалықтарды лонжеронға қосатын дәнекерлеу жиектемелері, тегіс емес орындарға симметриялы орналасқан арнаулы жолда сынақтан өткізілді. Жиектеме соқылы-қайталама шағын циклді жүктемелерге салынды. Сынақтар, тіпті лонжеронның қабырғасынан құбырлы арқалыққы шұғыл өту орын алғанда да, дәнекерленген жиектеменің пайдаланушылық сапалары бойынша тойтармалы жиектемелерден кем түспейтінін көрсетті.

Е.О.Патон атындағы Электр дәнекерлеу институты және НАМИ өткізген зерттеулер, құбырлы арқалықтары бар дәнекерлеу жиектемесінің (сыртқы диаметрі — 89 мм, қабырғасының қалыңдығы — 4,95 мм) шығыс қалпында, тойтармалы жиектемеге қарағанда 40 % артық қаттылыққа ие екендігін көрсетті. Осылайша, 5° бұрышқа бұрауға арналған айналма кезеңі (пайдалану шарттары бойынша рұқсат етілетін), тойтармалы жиектеме үшін 400 кгс • м, ал дәнекерленген жиектеме үшін — 555 кгс • м болды.

Жиектеменің бұрау барысындағы қаттылығын арқалықтар анықтайды. Тиісінше, қаттылықты құбыр қимасының полярлы кезеңін кеміте отырып төмендетуге болады. Бірақ, құбырдың қажетті қимасын таңдау, стандартпен қарастырылған типтік көлемдердің шектелгендігімен қиындатылған. Бұл негізінен дәнекерленген жиектемелерді отандық өнеркәсіпте кеңінен пайдалануға мүмкіндік бермейді.

Лонжерондағы жиектемелермен қалыптамаларды қолдану жолымен лонжерон қабырғасынан құбырлы арқалыққа өту барысындағы конструктивті концентраторды азайту есебінен дәнекерлеу жиектемелерінің пайдаланушылық сапаларын жақсарту мүмкіндіктері жеткілікті дәрежеде зерттелмеген.

Екі таврлы және швеллерді типтегі ашық арқалықтары бар жиектемелер. Мұндай жиектемелерде келесі бекітпелер түрлері болулары мүмкін:

арқалық сөрелеріне арналған косынқалармен (айналмалы жікті имек дәнекерлеу) және лонжерон сөрелеріне арналған косынқалармен (нүктелік немесе рельефтік контактілік дәнекерлеу);

лонжерон арқалықтарына және сөрелеріне арналған косынқалармен (нүктелік немесе рельефтік контактілік дәнекерлеу).

Лонжерон металының 6,25 мм қалыңдығы жағдайында, дәнекерлеу нүктелерінің лайықты диаметрі 22 ...23 мм құрайды. Дәнекерлеуді жоғары қысым жағдайында шыңдаумен орындайды. Е.О.Патон атындағы Электр дәнекерлеу институтының деректері бойынша, нүктеліктің орнына рельефтік дәнекерлеуді қолдану, кернеулердің концентраторы болып табылатын, нүктелерді қою орындарындағымайысулардың болмауының арқасында (шамамен метал қалыңдығының 20 %), дәнекерлеу жалғауының беріктігін 25 % артырады.

Айналмалы жік 60 мм диаметрде беріктіктің қажетті шегіне ие болады. Мұндай жіктің артықшылығы, әдетте кернеу концентраторлары болып табылатын жіктің басы мен соңы, мұнда біріктірілген және түйықталғандығында.

ЗИЛ-дің арнайы жолында өткізілген, екі таврлы (екінші және үшінші) арқалықтармен орындалған шанақтарды сынау, неғұрлым көп жүктеме түсетін екінші арқалықта бірінші ақау пайда болғанға дейін, дәнекерленген шанақты автомобиль, сериялық тойтармалы шанақты автомобильге қарағанда 3 есе артық жол жүріп өткендігін көрсетті.

Екі таврлы арқалықтары бар шанақтардың әлсіз орны, сызаттар пайда болатын арқалықтың өзіндегі дәнекерленген жіктер болып табылады. Швеллерлік қимадағы арқалықтарды қолдану дәнекерленген шанақтардың төзімділіктерін айтарлықтай ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Жанармай бактары. Көлемдері 125, 170, 250 л болатын жүк автомобильдерінің жанармай бактарын, «сабын сауыт» немесе түйіншек типіндегі құрамдас бөліктермен дайындайды.

Жанармай бактарының дәнекерленген жалғаулары, бактардың жол жағдайларындағы беріктіктерін және герметикалықтарын қамтамасыз етулері қажет. Гидравликалық соққыларды төмендету үшін, нүктелік дәнекерлеумен бекітілетін арнаулы қоршауларды қолданады.

Терең сүзіндісі бар құрамдас бактардың жартысын қалыптау қиынға соғады, сондықтан бактардың көлемдерін ұлғайту үшін, оларды әдетті түйіншектеп орындайды. Бұл қиманы өзгертусіз ұзындықты өзгерту есебінен әртүрлі көлемдегі бактарды бірегейлендіруге мүмкіндік береді, бұл дәнекерлеу процесін автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Өндірілетін жанармай бактарының көбі, герметикалықты қамтамасыз ететін фланецтердің, өңештерінің, құю құбырларының дәнекерленген жалғауларына ие. Қажетті беріктікті алу және жалғауларды жинақтауды жеңілдету үшін, дәнекерлеу алдында оларды нүктелік дәнекерлеумен дәнекерлейді.

Неғұрлым тиімдісі және экономикалық үнемдісі ЗИЛ дәнекерлеу зертханасы әзірлеген, фланецтердің, құю құбырларының және өңештің дәнекерленген жалғауы болып табылады.

Фланецті қалыңдығы 1,2 мм болатын бактың жартысымен жалғағанда, саңылаудың жиектемесі мен фланецтің ішкі беті арасында қалыңдығы 4 мм болатын табиғи рельеф қалыптасады. Тексеру МРК-4 арнайы конденсаторлық машинасында орындалады.

Дәнекерлеу тоғының жоғары тығыздығындағы процестің қысқа мерзімділігі, термиялық ықпалдың минималды аймағын қамтамасыз етеді. Металдың қорғасын немесе мырыш жабындысы іс жүзінде бұзылмайды.

Парониттік сақина дәнекерлеу тоғыныңбұрын орындалған дәнекерлеу нүктесі арқылы өтуінің алдын-алады және фланецтік бакка жатуының қажетті тығыздығын қамтамасыз етеді.

Дәнекерленген құю құбырын бір дайындамадан жасайды. Жиектерді мыжушы жікті дәнекерлеу дәнекерлеу жылдамдығын 10 м/мин дейін ұлғайтуға мүмкіндік береді, өйткені дәнекерлеу жалғауы жалғанатын бөлшектердің жиектемелерінің пластикалық бірлескен деформациялануы есебінен жасалынады. Сонымен бірге, (1,0... 1,5)δ шегінде болуы қажет айқаспа шамасын ұстанудың дәлдігіне қойылатын талаптар артады, бұл жердеδ — металдың қалыңдығы. Қақпаққа арналған құлыпты құю құбырының өңеші бұл жағдайда жайпақтау әдісімен орындалады.

Бакта пісірілгеннің орнына дәнекерленген жалғауларды қолдану, бактарды толықтай автоматтандырылған желіде дайындауды ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Түйіншекті бактар өндірісінде түптерді пресстеуге арналған ернеушенің бойлық жігі учаскелерін жиектемелерді мыжу арқылы орындау қажет, ал түптерді роликтік дәнекерлеуге орнатардың алдында, оның көлемдерін нақты тіркеуге мүмкіндік беретін, ернеушені экспандирлеуді жүзеге асыру қажет.

Доңғалақ. Жүк автомобилінің доңғалағы шеңберден және дисктен тұрады. Шеңберді дайындау үшін қалыңдығы 6 мм болатын Ст.3кп маркалы болаттын жасалынған арнайы профиль қолданылады. Доңғалақтың дискісін қалыңдығы 8 мм болатын СТ.3кп немесе 15 кп болатын табақ болатынан қалыптады. Доңғалақ шеңберін белгілі бір ұзындықтағы дайындамалардан жасайды, ұштарын 150 мм дейінтүйіспелі дәнекерлеу барысында қысуды жеңілдету үшін түзетеді. Дәнекерлеу алдында шеңберлердің ұштарын көлемдері бойынша кеседі.

Үздіксіз балқыта отырып түйіспелі дәнекерлегеннен және артылымдарды алып тастағаннан кейін, оған қажетті қалыпты беру, қалдық кернеулерді алу және түйіспелі жіктің сарасын бақылау үшін шеңберге экспандирлеуді – жаймалауды жүзеге асырады.

Заманауи қондырғыларда доңғалақтың дискісі автоматты түрде доңғалақтың шеңберіне престеледі. Сонымен бірге, оның қапталдарын түзету және оның цилиндрлік бөлігін калибрлеу жолымен шеңберді түзету жүзеге асырылады. Мұның нәтижесінде радиалдық және бүйіржақ соғу екі белдікті жүк автомобильдер доңғалақтарында 2,0...2,5 мм аспайды, бұл стандартта оұқсат етілген мәннен де төмен.

Дисктің ішкі және сыртқы жіктерін дәнекерлеуді СО₂ортада арнайы екі бастиекті автоматтарда, диаметрі 4.5 ммболатынсыммен 90 м/сағ шамасындағы дәнекерлеу жылдамдығында жүзеге асырады. Дәнекерлеу жігінің катеті – 6 мм.

Тек ішкі жігі ғана жасалынған доңғалақтардың ауыспалы иілгіштігіне арналған стендтік сынақтар, CO_2 ортасында дәнекерлеу арқылы алынған жалғаулар төзімділіктің жоғары шегі не екендіктерін көрсетті.

Сыртқы жікті қосу доңғалақтың жалпы қаттылығын ұлғайтады және оның төзімділігінің шегін сәл төмендетеді. Ішкі жікті автомобильдердің доңғалақтарына жасалынған жол сынақтары, олардың жоғары төзімділіктерін көрсетті. Сонымен бірге, бұзылулар бұранда саңылаулары аймағында орын алады. Екі жікпен дәнекерлеу барысында (ішкі және сыртқы) сонымен қатар, радиус бойынша диск шабақтары аймақтарында бұзылулар пайда болады.

Үшінші дәрежедегі жауапкершіліктегі бөлшектердің дәнекерлеу жалғаулары. Бұл бөлшектерге кабина мен тіреуіш жатады. Тұтас металды кабина мен жүк автомобилінің тіреуіші конструкцияларында, сонымен қатар жеңіл автомобильдің шанағының конструкциясындағыдай, негізінен элементтердің нүктелік немесе рельефтік дәнекерлеу арқылы айқаспа жалғауларын пайдаланады. Оларды жиектемелеу, қалыптау, көмкеру, илеу және тағы да басқа тәсілдермен алуға болады.

Дәнекерлеу жалғауларын жобалау барысында төмендегілерді орындау қажет:

беткі жағына шығатын нүктелердің орналасуына жол бермеу (егер, бұл бетті декоративтік қаптамамен жабу мүмкін болмаса), өйткені бояудың алдандағы майысуды тазарту металдың, өзінің қалыңдығынан 0,2 дейін жұқаруына алып келеді және конструкцияның беріктігін төмендетеді;

нүктелердің сызба үлгілік қисық беттерде, сонымен қатар оларды дәнекерлеуге қиыстырып келтіру өте қиын болатын, қисық сызықтың төмен радиусы беттерінде орналастыруға болмайды;

нүктелерді дәнекерлеудің механикаландырылған тәсілдеріне арналған максималды қол жетімділікті ескере отырып орналастыру.

Кабиналарды жасаудың заманауи өндірісі үшін, кабинаның жекелеген тораптарын (еден, есіктер), сонымен қатар кабинаны жиынтықта дәнекерлеудің автоматтық желілерін қолдану сипатты. Кабинаны жинақтау және дәнекерлеуді автоматтандыру, кабинаның жекелеген элементтерінің өзара ауыспалығын қамтамасыз еткен жағдайда, шығарылатын кабиналарды бірегейлендіруді қарастырады.

Жүк автомобильдерінің кабиналарын бірегейлендіру, дәнекерлеу жалғауларын түзетін түйіспелі беттердің бірдей көлемдерін қарастырады.

Сонымен бірге, дәнекерлеу жалғаулары аймақтарынан тыс орналасқан әртүрлі модификациядағы кабиналар элементтерінің геометриялық қалыптары мен көлемдері әртүрлі болулары мүмкін.

Кабинаның қалыпталған элементтерінің өзара бірін-бірі алмастыруларын қамтамасыз ету жеткілікті дәрежеде қиын, өйткені суық қалыптау әдісімен алынатын бөлшектер үшін, не біздің елімізде, не шетелді рұқсат етулер жүйелері әзірленбеген.

Өзара бірін-бірі алмастыруды қамтамасыз ету үшін бақылау шаралары жүйесін орындайды:

сызба талаптарын және шебер-модельдерге қатаң сәйкестендіріп жекелеген дәнекерлеу қосалқы тораптарына, сонымен қатар әрбір қалыптауға арналған бақылау құрал-жабдықтарын дайындайды (әмебап тәсілмен тексерілетін бөлшектерден басқалары);

бақылау құрал-жабдықтарына сәйкес (керісінше емес), қалыптамаларды жетілдіруді жүзеге асырады;

олардың жұмыс бөліктерінің тозулары бойынша қалыптарды әлсін-әлсін қиыстырып келтіруге, сонымен қатар дәнекерлеу жабдықтарын, қарсы электродтарды және электродтарды жөндеуге арналған көлемдік шаблондарды (тайпстар) дайындайды;

жинақтау құрал-жабдықтарын әлсін-әлсін жөндеуге арналған, бұрандалардағы кабинаның шебер-макетін дайындайды (пластмассалық немесе алюминийден жасалынған);

өнімді немесе қалыптың конструкциясын өзгерту бойынша қажетті шараларды әзірлеуге және дәнекерлеу жалғауларының технологиялылығын анықтауға мүмкіндік беретін бұрандалардағы бақылау кабинасын жинау (кабинаны өндіріске енгізгенге дейін).

Дәнекерлеу қосалқы тораптарынан жинақталған бақылау кабинасы, дәнекерлеу құрал-жабдықтарының конструкциясының дұрыстығын бағалауға мүмкіндік береді.

Пайдалану жағдайларында, кабинаның және оның дәнекерлеу жалғаулауларының тозу беріктіктері айтарлықтай дәрежеде раманың қаттылығының тұрақтылығына байланысты.

Жүк автомобилі топырақ жол бойынша қозғалу барысындағы раманың бұралуының орташа бұрышы $\pm 3,5^\circ$, кабинаның тиісінше ± 10 мм және ± 4 мм рамадағы алдыңғы және артқы бекітілулері нүктелерінің тік жылжуларына барабар. Бұраудың неғұрлым үлкен мәнінде ($\pm 7,5^\circ$) жылжулар тиісінше $\pm 22,0$ және $\pm 10,0$ мм дейін жетеді.

Тасты жолда 70 км/сағ жылдамдақпен қозғалу барысындағы кабинаның бекітілуінің алдыңғы кронштейндеріндегі кернеулер 2 640...4 200 кгс/см² дейін жетеді.

Кабина мен тіреулердің беріктіктері айтарлықтай дәрежеде, қалыптамалардың, сонымен бірге жиынтықтағы кабинаның конструкциясын және технологиялығын дұрыстандауға тәуелді.

2. ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТЫ ӨТКІЗУ

Жабдықтар және материалдар

1. Машиналардың дәнекерлеу тораптары мен бөлшектерінің сызбалары нұсқалары жиынтығы.
2. Сипаттамалар, сызбалар, сызбанұсқалар және қажетті анықтамалық материалдар.

Практикалық сабақты өткізу тәртібі

1. Практикалық сабаққа кіріспе бөлімін оқу.
2. Оқытушыдан дәнекерлеу бөлшегінің нұсқасын және сызбасын алу.
3. Дәнекерлеу бөлшегінің жүктелі сызбасын сызу.
4. Тапсырманың шарттарына байлнысты, дәнекерлеу бөлшегін есептеу тәртібін таңдау.
5. Дәнекерлеу бөлшегінің беріктікке есептелуін орындау.

№ 10 практикалық сабақ бойынша есеп

Оқушының тегі _____

Топ _____ Жұмы сорындалған күн _____

Дәнекерлеу бөлшегі сызбасы

Дәнекерлеу бөлшегін жүктеу сызбасы

Дәнекерлеу бөлшегінің беріктігі есептемесі

Дәнекерлеу бөлшегін орындау нұсқаларын салыстыру

Жұмыс бойынша қорытындылар

Оқушының қолтаңбасы _____

Оқытушының қорытындысы

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Дәнекерленген машина құрастыру бөлшектері мен тораптарына қандай ерекшеліктер тән?
2. Дәнекерлеу барабанының беріктігіне есептеу жүргізудің тәртібі қандай?
3. Барабан қабырғасының беріктігін тексерудің ерекшелігі неде?
4. Тісті доңғалақтар мен шкивтердің бұрыштық жіктерінің беріктіктерін бағалау қалай жүргізіледі?
5. Күпшектері бар дәнекерлеу шкивінің беріктігін тексеруді есептеудің ерекшелігі неде?

ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

Курстық жобалаудың міндеті тиімді конструкцияны алу болып табылады. Конструкцияның жұмысын есептеу және талдау негізінде, оны дайындау мен монтаждаудың еңбекті талап етуін төмендетілуіне, металдың үнемделуіне қол жеткізу қажет. Жобамен жұмыс істегенде, студенттердің есептелініп отырған конструкцияны жетілдіру бойынша өздерінің ұсынылымдарын енгізгендері ұсынылады. Курстық жобалау шығармашылық процес болуы қажет.

Курстық жобалаудың тапсырмалары пәндік (циклдік) комиссиясы отырысында қарастырылады және білім беру мекемесінің оқу жұмыстары бойынша директордың орынбасары бетіуі қажет.

Курстық жобаның тақырыбын, мазмұнын және көлемінбілім беру мекемесі анықтайды.

Студентте төмендегілер туралы түсінік болуы қажет:

- дәнекерлеу конструкциясын жобалаудың негізгі ережелері және кезеңдері туралы;
- оны дайындау және монтаждау арысында дәнекерлеу конструкциясына қойылатын негізгі талаптарды;
- дәнекерлеу конструкциялар өндірісін жетілдіру бойынша негізгі бағыттарды.

Студент білуі қажет:

- жобаланып отырған конструкцияларда қолданылатын дәнекерлеу конструкцияларын есептеу әдістемесін;
- дәнекерлеу конструкцияларын және оның тораптарын конструкциялау негіздерін.

Студент істей білуі қажет:

- оқу барысында алынған білімді жүйелеуді;
- дәнекерлеу конструкцияларын жобалау, дайындау, монтаждау және қабылдау туралы нормативтік, анықтамалық мәліметтерді пайдалануды.
- өзінің еңбегін тиімді ұйымдастыруды, жұмысын жоспарлауды, оның нәтижелеріне талдау жүргізуді ;

Курстық жобаның үлгілік тақырыбы

1. Кран асты арқалығын есептеу және конструкциялау.
2. Дәнекерленген орталықтан тыс сығымдалған колоннаны (бағандарды) есептеу және конструкциялау.
3. Дәнекерлеу фермасын есептеу және конструкциялау.
4. Екі сатылы редуктор корпусын есептеу және конструкциялау.

Студенттердің өздік жұмыстарына арналған үлгілік тақырыптар

1. Дәнекерлеу жалғауларының созылуын және сығымдалуын есептеу.
2. Дәнекерлеу арқалықтарын төмендегілерге есептеу:
беріктік пен қаттылыққа;
жалпы беріктікке;
жергілікті беріктікке.
3. Дәнекерлеу колоннасы есептемелері:
тұтас колонналар қималарын таңдау;
өтпелі колонналар қималарын таңдау.
4. Дәнекерлеу фермалары есептемесі:
фермалар өзектеріндегі күштерді анықтау;
сығымдалған өзектер қималарын таңдау;
созылған өзектер қималарын таңдау;
фермалар тораптарын конструкциялау.
5. Газгольдерлер есептемесі.

Курстық жұмыстарды орындау мысалдары

1 мысал. Кран асты арқалығын есептеу және конструкциялау

Тапсырма. Аралығының ұзындығы $l = 12$ м болатын, жүк көтерімділігі $G = 10$ т крандарға арналған кран асты арқалығын есептеу. Кран аралығының ұзындығы — 26 м. Жұмыс тәртібі — орташа. Аралық дәнекерленген, Ст.3 маркалы болаттан, электродтар типтері Э42.

Жүктемелер $P_{\max}^H = 15,5$ тс, $T_{\text{көлд}}^H = 0,35$ тс.

Кран рельстері Р-38 ($J_x = 1\,220 \text{ см}^4$).

Шешімі.

1. **Статикалық есеп.** Анықтамалық деректерден:

$$\Sigma\eta_{M\max} = 5,89; \Sigma\eta_{QM} = 0,396 \text{ және } \Sigma\eta_{Q\max} = 2,32.$$

Анықтамалық деректерді пайдалана отырып, аламыз

$$P = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 15,5 = 20,5 \text{ тс}; T = 1,2 \cdot 0,35 = 0,42 \text{ тс}.$$

Есептік күштер тең:

$$M_x = P\Sigma\eta_{M\max} = 20,5 \cdot 5,89 = 121 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$M_y = T\Sigma\eta_{M\max} = 0,42 \cdot 5,89 = 2,5 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$Q_M = P\Sigma\eta_{QM} = 20,5 \cdot 0,396 = 8,1 \text{ тс};$$

$$Q_{\max} = P\Sigma\eta_{Q\max} = 20,5 \cdot 2,32 = 47,6 \text{ тс}.$$

Тежеуіш арқалыққа уақытша жүктемені ($k_M = 1,05$ және $k_P = 1,04$) және оның өзіндік салмағын есепке ала отырып келесіні аламыз:

$$M_x = 1,05 \cdot 121 = 126 \text{ тс} \cdot \text{м}; M_y = 1 \cdot 2,5 = 2,5 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$Q_M = 1,04 \cdot 8,1 = 8,5 \text{ тс}; Q_{\max} = 1,04 \cdot 47,6 = 49,6 \text{ тс}.$$

2. **Қиманы таңдау.** Арқалықтың төменгі биіктігі

$$h_{\min} = Rl / (10^7 (f/l)n) = 2 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 200 / (10^7 (1/600)1,2) \approx 120 \text{ см}.$$

$$h_0 = 1 \cdot 200 \text{ мм}; 8 = 10 \text{ мм}; h_0/\delta = 120 \text{ қабылдаймыз}.$$

Келесіні аламыз:

$$W_{\text{тп}} = M_x / R = 12 \cdot 600 \cdot 000 / 2 \cdot 100 = 6 \cdot 000 \text{ см}^2;$$

$$J_{\text{тп}} = W_{\text{тп}} h_0 / 2 = 6 \cdot 000 \cdot 120 / 2 = 360 \cdot 000 \text{ см}^4;$$

$$J_{\text{ст}} = \delta h_0^3 / 12 = 1 \cdot 120^3 / 12 = 144 \cdot 000 \text{ см}^4;$$

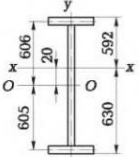
$$F_n = (360 \cdot 000 - 144 \cdot 000) / (2 \cdot 60^2) = 30 \text{ см}^2.$$

Төменгі белдіктің қимасын 300 x 10 мм, ал жоғарғы белдіктікін, оның көлденең жүктемеге жұмысын есепке ала отырып — 300 x 12 мм (11.1-ші кесте) қабылдаймыз.

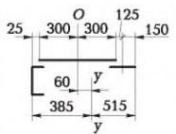
Тежегіш ферма арқалықтың жоғарғы белдігінен бөлек, 600 x 6 мм көлемді табактан және № 24 көмкерме швеллерден тұрады. Тежегіш фермасының толық ені 900 мм (11.2 -ші кесте).

3. **Қиманы тексеру.** Тік беттегі қиманың жұмысын қарастырамыз.

11.1 кесте. Тік беттегі арқалық қимасы параметрлері

Арқалық қимасы эскизі	Қима элементі	$F, \text{см}^2$	$J_0, \text{см}^4$	$S_0, \text{см}^3$	$y, \text{см}$	$Fy^2, \text{см}^4$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x^B, \text{см}^3$	$W_x^H, \text{см}^3$	$S_{1/2}^x, \text{см}^3$
	300 х 12 жолағы	36	132 000	2 180	—	—	—	—	—	2 110
	1 200х10 жолағы	120	144 000	—	—	—	—	—	—	1 680
	300 х 10 жолағы	30	110 000	-1 815	—	—	—	—	—	—
	Қима жалпы алғанда	186	386 000	365	2	740	385 260	6 500	6 100	3 790

11.2-ші кесте. Көлдене беттегі тежегіш фермасы қимасы параметрлері

Арқалық қимасы эскизі	Қима элементі	$F, \text{см}^2$	$J_0, \text{см}^4$	$S_0, \text{см}^3$	$x, \text{см}$	$Fx^2, \text{см}^4$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y^B, \text{см}^3$	$W_{np,y}, \text{см}^3$
	№ 24 швеллері	30,6	27 700	-918	—	—	—	—	—
	600 х 6 мм жолағы	36	10 800	—	—	—	—	—	—
	300 х 12 мм жолағы	36	68 200	1 530	—	—	—	—	—
	Қима жалпы алғанда	102,6	106 700	612	6	3 700	103 000	2 680	2 000

Кран асты арқалығының жоғарғы белдігіндегі қалыпты кернеулер

$$\sigma_{B.П} = M_x/W_x^B + M_y/W_y^{ПП} = 12\,600\,000/6\,500 + 250\,000/2\,000 = \\ = 2\,070 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2;$$

төменгі белдігіндегі —

$$\sigma_{H.П} = M_x/W_x^H = 12\,600\,000/6\,100 = 2\,070 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

$Q_{\max}$ әрекеті барысындағы қимадағы жанаспа кернеулер:

$$\tau = Q_{\max} S_x^I / (J_x \delta) = 49\,600 \cdot 3\,790 / (385\,260 \cdot 1) = \\ = 490 \text{ кгс/см}^2 < 1\,300 \text{ кгс/см}^2.$$

$M_{\max}$ әрекеті барысындағы қимадағы орташа жанаспа кернеулер:

$$\tau = Q_m / (h_0 \delta) = 8\,500 / (120 \cdot 1) = 71 \text{ кгс/см}^2 < 0,4R.$$

Тиісінше, қалыпты және жанаспа кернеулерді бір мезетте есепке ала отырып, кернеулі қалыпты тексерудің қажеті жоқ.

Қабырғаның жергілікті мыжылуын тексереміз. Жоғарғы белдік пен рельстің инерциясы кезеңдері сомасы:

$$J_n = (30 \cdot 1,2^3 / 12) + 1\,220 \approx 1\,220 \text{ см}^4; \\ z = 3,25(J_n / S_{ct})^{1/3} = 3,25(1\,220 / 1)^{1/3} = 34,8 \text{ см}.$$

Бұл жерден жергілікті кернеу

$$\sigma_m = 1,1P / (\delta_{ct} z) = 1,1 \cdot 20\,500 / (1,1 \cdot 34,8) = \\ = 590 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Иілуді тексереміз:

$$f/1 = \sigma_1 / (10^7 h n \cdot 1,1) = 2070 - 1\,200 / (10^7 \cdot 122,2 \cdot 1,2 \cdot 1,1) = \\ = 1/650 < 1/600.$$

Иілуді анықтау барысында, динамикалық коэффициентін ескерусіз нормативтік тік жүктемеден келетін ең үлкен кернеулер қабылданды.

Тежегіш арқалық тек тежегіш күштерді ғана қабылдамайды, сонымен қатар қызмет көрсетуші персоналға өтпе де болады. Өтпенің ені — 500 мм, нормативты салыстырмалы жүктемесі — 0,2 тс/м².

Көмкермелі швеллерге түсетін салыстырмалы жүктеме:

Швеллердің және көлемі 300 х 6 мм болатын табақтың салыстырмалы салмағы $p = 24 + + 0,3 \cdot 47,1 = 38 \text{ кгс/м};$

салыстырмалы уақыт жүктемесі $q = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 200 = 50$ кгс/см;
 салыстырмалы есептік жүктеме $q_p = 0,038 \cdot 1,1 + 0,05 \cdot 1,4 = 0,1$ тс/м;
 салыстырмалы нормативтік жүктеме $q_n = 0,038 + 0,050 = 0,09$ тс/м.
 швеллердегі тік жүктемеден келетін ең үлкен иілу кезеңі

$$M_b = q_p l^2 / 8 = 0,10 \cdot 12^2 / 8 = 1,8 \text{ тс/м.}$$

Көмкерме арқалықтағы кернеулер

$$\sigma = M_\theta / W_x + M_y / W_y = 180\,000 / 242 + 250\,000 / 2\,680 =$$

$$= 840 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

$W_x = 242$ см³ мәні арқалық профиінің аталмыш қимасы үшін анықтамалық кестелерден алынды.

Көмкерме арқалықтың иілуі

$$f/l = [\sigma l / (10^7 h_{шв})] (q_n / q_p) = [840 \cdot 1\,200 / (10^7 \cdot 24)] \cdot (0,09 / 0,10) =$$

$$= 1/270 < 1/250.$$

4. **Белдік жіктерін тексеру.** Жіктердің биіктігі $h_0 = 6$ мм, дәнекерлеу автоматты түрде ($\beta = 1$).

Бұдан

$$\tau_{ш} = [(1 / (2\beta h_{ш})) [(O_{\max} S_{л/2}^x / J_x)^2 + (n_1 P / z)^2]^{1/2} =$$

$$= [1 / (2 \cdot 1 \cdot 0,6)] [(49\,600 \cdot 2\,110 / 385\,260)^2 + (1,1 \cdot 20\,500 / 34,8)^2]^{1/2} =$$

$$= 530 \text{ кгс/см}^2 < 1\,500 \text{ кгс/см}^2.$$

5. **Қабырғаның беріктігін тексеру.** $h_0 / \delta = 120 / 1 = 120$ болғандықтан, қабырғаның беріктігін тексеру қажет. Қабырғалар арасындағы қашықтық $a = 1,2$ м.

$a/h_0 = 1 > 0,8$ және $\sigma_\mu \neq 0$ жағдайында тексеру екі реті жүргізіледі, тіпті σ_0 анықтау барысында $h_0 = 2y = 2 \cdot 58 = 116$ см қабылданады.

Тексеруді бірінші және бесінші бөліктер үшін жасаймыз (11.1-ші сурет).

Бірінші бөлім:

$$A = 0(5,1 + 9,5 + 11,4) / 12 = 2,160 = 2,16 \cdot 1,2 \cdot 15,5 = 40,3 \text{ тс, бұл}$$

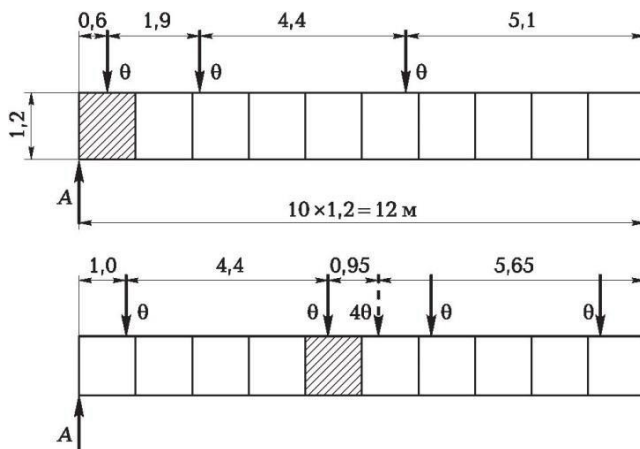
жерде $0 = 1,2 P_{\max}^H$;

$$Q = 1,04A = 1,04 \cdot 40,3 = 41,1 \text{ тс;}$$

$$M = 1,05A \cdot 0,6 = 1,05 \cdot 40,3 \cdot 0,6 = 24,9 \text{ тс} \cdot \text{мТ;}$$

$$\sigma = M_y / J_x = 2\,490 \cdot 58 / 385\,260 = 0,375 \text{ тс/см}^2; \sigma_\mu = 0,575 \text{ тс/см}^2; \tau = Q / (\delta h_0) =$$

$$41,1 / (1 \cdot 120) = 0,342 \text{ тс/см}^2;$$



1 1 . 1 - ш і с у р е т . Кран асты арқалығын бөліктерге бөлшектеу сызбасы:

б — кран асты арқалықтары бөліктеріндегі жүктеме; есептелінетін арқалық бөліктерің штрихталған

$$\sigma_0 = K_0(100\delta/(2y))^2 = 6,46(100 \cdot 1/116)^2 = 4,72 \text{ тс/см}^2,$$

$$\text{бұл жерде } K_0 = (6,30 + 6,62)/2 = 6,46, \gamma = 2 \cdot 30 \cdot (1,2/1)^2/120 \approx 0,9$$

жағдайында;

$$\sigma_{\mu 0} = K_1[100\delta/(0,5a)]^2 = 2,06[100 \cdot 1/(0,5 \cdot 120)]^2 = 5,73 \text{ тс/см}^2,$$

$$\text{бұл жерде } K_1 = (2,04 + 2,07)/2 \approx 2,06, \gamma = 0,9 \text{ және } 0,5a/h_0 = 0,5 \cdot 120/120 = 0,5 \text{ жағдайында;}$$

$$\tau_0 = (1,25 + 0,95/m^2)(100\delta/d)^2 = (1,25 + 0,95/1^2)(100 \cdot 1/120)^2 = 1,53 \text{ тс/см}^2,$$

$$\text{бұл жерде } \mu = a/h_0 = 120/120 = 1;$$

$$[(\sigma/\sigma_0 + \sigma_{\mu}/\sigma_{\mu 0})^2 + (\tau/\tau_0)^2]^{1/2} = [(0,375/4,72 + 0,575/5,73)^2 + (0,342/1,53)^2]^{1/2} = 0,28 < 0,9.$$

Бесінші бөлім:

$$A = 40 \cdot 5,65/12 = 1,880 = 1,88 \cdot 1,2 \cdot 15,5 = 35 \text{ тс};$$

$$Q = 1,04(A - P) = 1,04(35 - 1,2 \cdot 15,5) = 17 \text{ тс};$$

$$M = 1,05(A \cdot 5,4 \cdot \theta \cdot 4,4) = 1,05(35 \cdot 5,4 - 1,2 \cdot 15,5 \cdot 4,4) = 112 \text{ тс} \cdot \text{м};$$

$$\sigma = 11 \cdot 200 \cdot 58/385 \cdot 260 = 1,69 \text{ тс/см}^2; \sigma_{\mu} = 0,575 \text{ тс/см}^2; \tau = 17/(1 \cdot 120) = 0,142 \text{ тс/см}^2.$$

$\sigma_\mu, \sigma_{\mu 0}, \tau_0$ сыни қысымдары сондай болып қалады, сондықтан

$$[(1,69/4,72 + 0,575/5,73)^2 + (0,142/1,53)^2]^{1/2} = 0,47 < 0,9.$$

Қаттылық қырларының көлемдері — 90×6 мм; $b_p/\delta_p = 90/6 = 15$;

$$b_{p\min} = h_0/30 + 40 = 1\,200/30 + 40 = 80 \text{ мм} < 90 \text{ мм}.$$

6. **Тірек қырларын тексеру.** Бүйіржақ тірек қырларының көлемдері 150 x 8 мм болады.

Напряжение смятия торца

$$\sigma_{cm} = A/(b_p \tau \delta_p) = 35\,000/(15 \cdot 0,8) = 2\,920 \text{ кгс/см}^2 < 3\,200 \text{ кгс/см}^2.$$

Тірек бағанының тұрақтылығын тексереміз:

$$F_{CT} = b_p \tau (\delta_p \tau + \delta_p) = 15(0,8 + 0,6) = 21 \text{ см}^2;$$

$$J_x = 0,8 \cdot 15^3/12 = 225 \text{ см}^4; r_x = (225/21)^{1/2} = 3,26 \text{ см};$$

$$\lambda = 65/3,26 = 20; \varphi = 0,97;$$

$$\sigma = 35\,000/(0,97 \cdot 21) = 1\,720 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Бүйіржақ қырды қабырғаға бекіту жігінің қалыңдығы $h_0 = 6$ мм, дәнекерлеу қолмен жасалынады. Жіктің есептілік ұзындығы $l_{ш} = 65 - 1 = 64$ см.

$$b_{днтш} = 35\,000/(2 \cdot 0,6 \cdot 64) = 460 \text{ кгс/см}^2 < 1\,500 \text{ кгс/см}^2.$$

2 мысал. Орталықтан тыс сығымдалған колоннаны (бағандарды) дәнекерлеу есептеуі және конструкциялау

Тапсырма. $N = 100$ тс, $M_x = 20$ тс•м, есептілік ұзындықтары $l_{ax} = 18$ м, $l_{ay} = 4,5$ м болған жағдайдағы орталықтан тыс сығымдалған қиманы таңдау
Материалы — Ст.3 маркалы болат.

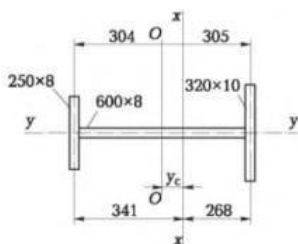
Шешім. **Тұтас қабырғалы қима.**

$\varphi = 0,5$ қабылдап, талап етілген қима аумағын аламыз:

$$F_{mp} = N/(\varphi R) = 100\,000/(0,5 \cdot 2\,100) \approx 100 \text{ см}^2.$$

Аумақтың жартысына жуығы қабырғаға келеді. Қиманы 600×8 мм ($F_{CT} = 48 \text{ см}^2$) және орталыққа сығымдалған өзектер үшін шекті болып табылатын, бірақ орталықтан тыс сығымдалғандар үшін шектіден кем болуы қажет $h_0/\delta = 600/8 = 75$ қатынасымен неғұрлым қабырғамен жетілгенін қабылдаймыз. Әрбір белдіктер үшін $(100 - 48)/2 = 26 \text{ см}^2$ болатын аумақтар қалады.

Аумақтарды қайтадан бөлуді ескере отырып 250×8 мм және 320×10 мм көлемді белдіктерді қабылдаймыз (11.2-ші сурет). Аталмыш қима үшін қолда бар:



11.2 сурет. Орталықтан тыс
сығымдалған өзек қимасы сызбасы

$$F = 20 + 48 + 32 = 100 \text{ см}^2; e_x = M_x/N = 2000\ 000/100\ 000 = 20 \text{ см};$$

$$\gamma_c = (32 \cdot 30,5 - 20 \cdot 30,4)/100 = 3,7 \text{ см};$$

$$J_x = 0,8 \cdot 60^3/12 + 48 \cdot 3,7^2 + 32 \cdot 26,8^2 + 20 \cdot 34,1^2 = 61\ 400 \text{ см}^4;$$

$$W_x = 61\ 400/27,3 = 2\ 250 \text{ см}^3.$$

Беріктікті тексеру талап етілмейді, өйткені қима босатылмаған.

Беріктікті кезеңнің әрекет ету бетінде тексереміз:

$$r_x = (61\ 400/100)^{1/2} = 24,8 \text{ см}; \lambda_x = 1\ 800/24,8 = 73;$$

$$\eta = 1,45 - 0,003 \lambda_x = 1,45 - 0,003 \cdot 73 = 1,23;$$

$$m_{Ix} = \eta e_x F/W_x = 1,23 \cdot 20 \cdot 100/2\ 250 = 1,09;$$

$$\varphi^{BH} = 0,505 - [(73 - 70)(0,505 - 0,471)/(70 - 80)] - [(1,09 - 1)(0,505 - 0,471)/(1,25 - 1)] = 0,48;$$

$$\sigma = N/(F\varphi^{BH}) = 100\ 000/(100 \cdot 0,48) = 2\ 080 \text{ кгс/см}^2 < 2\ 100 \text{ кгс/см}^2.$$

Беріктікті кезеңнің әрекет ету бетінде тексереміз:

$$J_y = 1 \cdot 32^3/12 + 0,8 \cdot 25^3/12 = 3\ 780 \text{ см}^4; r_y = (3\ 780/100)^{1/2} = 6,15 \text{ см};$$

$$\lambda_y = 450/6,15 = 73; \varphi_y = 0,792; m_x = e_x F/W_x = 20 \cdot 100/2\ 250 = 0,89;$$

$$\beta = 1; \alpha = 0,7; c = \beta/(1 + \alpha m_x) = 1/(1 + 0,7 \cdot 0,89) = 0,62;$$

$$\sigma = N/(c\varphi_y F) = 100\ 000/(100 \cdot 0,792 \cdot 0,62) =$$

$$= 2\ 040 \text{ кгс/см}^2 < 2\ 100 \text{ кгс/см}^2.$$

Конструктивтік талаптардың сақталуын тексереміз: сөрелерге арналған

$$b/\delta = 0,5 \cdot 320/10 = 16 < 16,5,$$

бұл жерде 16,5, анықтамалық кестелер бойынша табылған, $\lambda = 75$
жағдайындағы $(b/\delta)_{\text{пред}}$ мәні, $b/\delta = 0,5 \cdot 250/8 = 15,6 < 16,5$; для стенки —

$$h_0/\delta = 600/8 = 75.$$

Қабырғаның шеткі ұлпаларының кедергілері кезеңдері және олардағы кернеулер:

$$W_{1x} = 61\,400/(30 + 3,7) = 1\,820 \text{ см}^3; W_{2x} = 61\,400/(30 - 3,7) = 2\,330 \text{ см}^3;$$

$$\sigma' = N/F - M/W_{1x} = 100\,000/100 - 2\,000\,000/1\,820 = -100 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\sigma = N/F + M/W_{2x} = 1\,000 + 2\,000\,000/2\,330 = 1\,860 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\alpha = (\sigma - \sigma')/\sigma = (1\,860 + 100)/1\,860 = 1,05 > 0,8; \tau/\sigma = 0;$$

$$K_3 = 2,22 + (1,05 - 1)(2,67 - 2,22)/(1,2 - 1) = 2,33;$$

$h_0/\delta = 100(K_3/\sigma)^{1/2} = 100(2,33/1,86)^{1/2} = 112 > 75$ (соңғы σ мәні тонна-күштермен шаршы сантиметрге қойылады).

Келтірілген мысалда белдіктер аумақтары қатынастары $20/32 \approx 0,6$ құрайды.

Белдіктер аумақтары қатынастарындағы өзгеріс (белгілі бір шектерде), өзектің беріктігіне салыстырмалы түрде шамалы ықпал етеді. бұл бұдан әрі келтірілген есептемеден көрініп тұр. Белдіктердің аумақтарының қатынастары екі есеге қысқарады және $12/40,8 \sim 0,3$ (11.3-ші сурет) құрайды. Сонда:

$$F = 12 + 48 + 40,8 = 100,8 \text{ см}^2;$$

$$\gamma_c = (40,8 \cdot 30,6 - 12 \cdot 30,4)/100,8 = 8,8 \text{ см};$$

$$J_x = 0,8 \cdot 60^3/12 + 48 \cdot 8,8^2 + 40,8 \cdot 21,8^2 + 12 \cdot 39,2^2 = 55\,900 \text{ см}^4.$$

Кезеңнің әрекет ету бетінде беріктікті тексереміз:

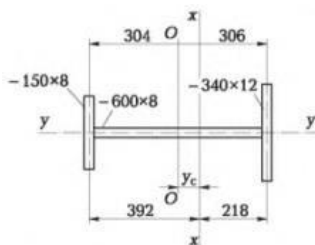
$$e_x = M_x/N = 20/100 = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}; r_x = (55\,900/100,8)^{1/2} = 23,6 \text{ см};$$

$$\lambda_x = 1\,800/23,6 = 76;$$

$$W_{x\max} = 55\,900/22,4 = 2\,490 \text{ см}^3; \eta = 1,45 - 0,003 \cdot 76 = 1,22;$$

$$M_{1x} = \eta e_x F/W_x = 1,22 \cdot 20 \cdot 100,8/2\,490 = 0,99;$$

$$\Phi^{\text{BH}} = 0,560 + [(0,99 - 0,75)(0,505 - 0,560)/(1 - 0,75)] + \\ + [(76 - 70)(0,521 - 0,560)/(80 - 70)] = 0,484 \\ \text{(бст бойынша интерполяция);}$$



11.3-ші сурет. Белдіктері аумақтарының өзгертілген арақатынастары бар өзектің қимасы сызбасы

$$\sigma = 100\,000 / (0,484 \cdot 100,8) = 2\,050 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Кезеңнің әрекет ету бетінде беріктікті тексереміз:

$$J_y = 0,8 \cdot 15^3 / 12 + 1,2 \cdot 34^3 / 12 = 4\,150 \text{ см}^4; r_y = (4\,150 / 100,8)^{1/2} = 6,4 \text{ см};$$

$$\gamma_y = 450 / 6,4 = 70; \phi_y = 0,81;$$

$$m_x = e_x F / W_x = 20 \cdot 100,8 / 2\,490 = 0,81; \beta = 1;$$

$$\alpha = 0,7; c = \beta / (1 + \alpha m_x) = 1 / (1 + 0,7 \cdot 0,81) = 0,64;$$

$$\sigma = 100\,000 / (0,81 \cdot 0,64 \cdot 100,8) = 1\,920 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Конструктивтік талаптардың сақталуын тексереміз. Сөрелердің шығып тұрған бөліктерінің қалыңдықтарға қатынастары $75/8 \approx 10$ және $170/12 \approx 14$, бұл шектіден төмен.

Қабырға ның шеткі талшықтарының кедергілері және олардағы кернеулер кезеңдері:

$$W_{1x} = 55\,900 / (30 + 8,8) = 1\,440 \text{ см}^3; W_{2x} = 55\,900 / (20 - 8,8) = 2\,630 \text{ см}^3;$$

$$\sigma' = N / F - M / W_{1x} = 100\,000 / 100,8 - 2\,000\,000 / 1\,440 = -400 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\sigma = N / F + M / W_{2x} = 1\,000\,000 / 100,8 + 2\,000\,000 / 2\,630 = 1\,750 \text{ кгс/см}^2;$$

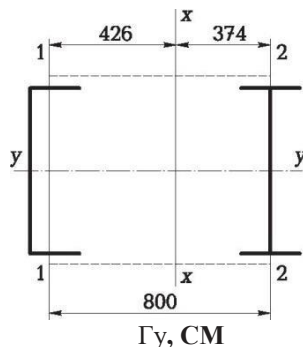
$$\alpha = (\sigma - \sigma') / \sigma = (1\,750 + 400) / 1\,750 = 1,23 > 0,8; \tau / \sigma = 0;$$

$$K_3 = 2,67 + 0,59 \cdot 0,03 / 0,2 = 2,76;$$

$$h_0 / \delta = 100 (K_3 / \sigma)^{1/2} = 100 (2,76 / 1,75)^{1/2} = 125 > 75.$$

Өтпелі екі салалық қима. Тормен жалғанған прокаттық швеллер мен екі таврдан жасалынған қиманы қабылдаймыз (11.4-ші сурет). Тұтас қабырғалы нұсқада қабырғаның қимасы аумағы толықтай пайдаланбағандықтан, қиманы бірінші нұсқадағыдан сәл шағын етіп таңдаймыз.

11.4-ші сурет. Колоннаның екі салалы өтпелі қимасы сызбасы



F_B, CM^2	$J_{1(2)}, \text{CM}^4$	$\Gamma_{1(2)}, \text{CM}$	J_y, CM^4	Γ_y, CM
№ 27 швеллер	35,2	262	2,73	4 160
№ 27 екі тавр.....	40,2	260	2,54	5 010
Жалпы қима	75,4	—	—	—

Қима өзегінен қос таврдың өзегіне дейінгі қашықтық $x_c = 35,2 \cdot 80/75,4 = 37,4$ см. Тор 6×5 мм; $F_p = 6,13 \text{ см}^2$ көлемді бұрыштамалардан жасалынған.

Кезеңнің әрекет ету бетінде беріктікті тексереміз:

$$J_x = 262 + 260 + 35,2 \cdot 42,6^2 + 40,2 \cdot 37,4^2 = 120\,500 \text{ см}^4;$$

$$r_x = (120\,500/75,4)^{1/2} = 40 \text{ см};$$

$$\lambda_x = 1\,800/40 = 45; \lambda_{np} = [45^2 + 27 \cdot 75,4/(2 \cdot 6,13)]^{1/2} = 47;$$

$$m_x = e_x F/W_x = 20 \cdot 75,4/120\,500 = 0,47; p = (0,47 - 0,25)/(0,50 - 0,25) = 0,88;$$

$$q = (47 - 40)/(50 - 40) = 0,7;$$

$$\varphi^{BH} = 0,774 = 0,88(0,774 - 0,638) - 0,7(0,774 - 0,757) = 0,639;$$

$$\sigma = 100\,000/(0,639 \cdot 75,4) = 2\,070 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Жекелеген салалардың беріктіктерін тексереміз, ол үшін алдымен күшті табамыз:

$$N_1 = 100 \cdot 374/800 - 20/0,8 = 46,7 - 25 = 21,7 \text{ тс};$$

$$N_2 = 100 \cdot 426/800 + 25 = 53,2 + 25 = 78,2 \text{ тс}.$$

Қиғаш тіреудің $\alpha = 45^\circ$ еңкеюі бұрышындағы саланың еркін ұзындығы $l = 0,8$ м құрайды.

Бірінші сала үшін $\lambda_1 = 80/2,73 = 29$; $\lambda_y = 450/10,9 = 41$; $\varphi = 0,917$; $\sigma = 21$

$$700/(0,917 \cdot 35,2) = 670 \text{ кгс/см}^2 < 2 \text{ 100 кгс/см}^2.$$

Бірінші сала үшін $\lambda_1 = 80/2,54 = 32$; $\lambda_y = 450/11,2 = 40$; $\varphi = 0,920$; $\sigma = 78$

$$200/(0,92 \cdot 40,2) = 2 \text{ 100 кгс/см}^2.$$

Қиғаш тіреуді тексереміз: $r_{\min} = 1,25$ см; $I_p = 1,41 \cdot 0,8 = 1,13$ м; $\lambda = 113 : 1,25 = 90 > 150$.

Өтпелі төрт салалы қима. Қиманы екі салалыға қарағанда неғұрлым өрістеген (1 000 x 600), және кіші аумақты етіп қабылдаймыз. Ол көлемі 90 x 8 (1 — 1 өзек) болатын екі бұрыштықтан және көлемі 125 x 8 болатын (2 — 2 өзек) бұрыштықтан тұрады (11.5, а суреті):

	$F, \text{см}^2$	$r_{1(2)}, \text{см}$	$r_{\min}, \text{см}$
125 X 8 бұрыштық..... 2-	$19,7 = 39,4$	3,87	2,49
90 X 8 бұрыштық..... 2-	$13,9 = 27,8$	2,76	1,77
Жалпы қима	67,2	—	—

Жалғаушы тор 50x5 көлемді бұрыштықтардан жасалынған, тордың көлемі — 800 мм (11.5, б суреті).

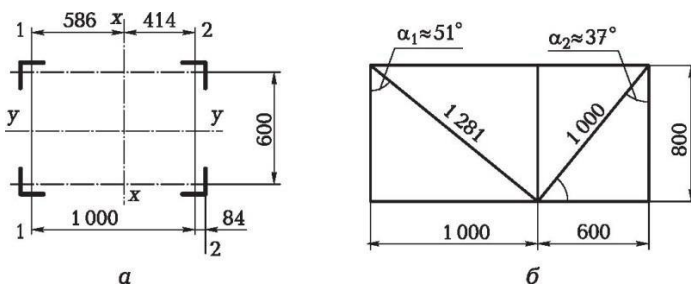
50 x 5 мм бұрыштықтары үшін $F = 4,8 \text{ см}^2$; $r_{\min} = 0,98$ см;

$$x_c = 50(39,4 - 27,8)/67,2 = 8,6 \text{ см.}$$

Кезеңнің әрекет ету бетінде беріктікті тексереміз:

$$J_x = 39,4 \cdot 41,4^2 + 27,8 \cdot 58,6^2 = 163 \text{ 000 см}^4;$$

$$r_x = (163 \text{ 000}/67,2)^{1/2} = 49 \text{ см};$$



11.5-ші сурет. Өтпелі төрт салалы қима колоннасының (а) және планкалары бар бұрыштықтардан жасалынған жалғаушы торының сызбасы (б)

$$\lambda_x = 1\,800/49 = 37;$$

$$\lambda_{np} = [37^2 + 67,2 \cdot (27 + 33,8)/(2 \cdot 4,8)]^{1/2} = 42,$$

$$\text{бұл жерде } \alpha_2 = 37^\circ \quad K_2 = 31 + (45 - 31) \cdot 2/10 = 33,8;$$

$$m_x = e_x F_y / J_x = 20 \cdot 67,2 \cdot 44,8 / 163\,000 = 0,37;$$

$$\varphi^{BH} = 0,774 - (42 - 40)(0,774 - 0,757)/(50 - 40) - (0,37 - 0,25)(0,774 - 0,638)/(0,50 - 0,25) = 0,706;$$

$$\sigma = 100\,000/(0,706 \cdot 67,2) = 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Кезеңнің әрекет ету бетінде беріктікті тексеру үшін, көлемі 125 х 8 болатын екі бұрыштықтың және көлемі 90 х 8 болатын екі бұрыштықтың салаларының әрбір жұбын жекелей тексереміз.

Саллар жұптарына келетін күш:

$$N_2 = 100 \cdot 586 / 1\,000 + 20/1 = 78,6 \text{ тс};$$

$$N_1 = 100 \cdot 414 / 1000 - 20 = 21,4 \text{ тс};$$

$$\lambda_y = 450/30 = 15; \lambda_{np} = [15^2 + 39,4 \cdot 33,8/(2 \cdot 4,8)]^{1/2} = 20;$$

$$\varphi_y = 0,97; \sigma_2 = 78\,600/(0,97 \cdot 39,4) = 2\,060 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\sigma_1 = 21\,400/(0,97 \cdot 27,8) = 800 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Көлемдері 125 х 8 мм болатын салалар үшін

$$\lambda = 80/2,49 = 32; \varphi = 0,944; \sigma_2 = 78\,600/(2 \cdot 0,944 \cdot 19,7) = 2\,100 \text{ кгс/см}^2;$$

Көлемдері 90 х 8 мм болатын салалар үшін

$$\lambda = 80/1,77 = 48; \varphi = 0,905; \sigma_1 = 21\,400/(2 \cdot 0,905 \cdot 13,9) = 850 \text{ кгс/см}^2.$$

Қиғаш тіреулердің беріктіктерін тексереміз:

$$\lambda = 128/0,98 = 130 < 150.$$

Нұсқаларды салыстыру. 1-ші нұсқа. Көлденең қима аумағы $F = 100 \text{ см}^2$. Әрбір 3 м сайын көлемдері 6 х 130 х 600 мм болатын жұпты қаттылық қырларын қойғаннан кейінгі аумақтың шартты ұлғаюы

$$2 \cdot 0,6 \cdot 13 \cdot 0,6/3 = 3 \text{ см}^2 \text{ құрайды.}$$

Металдың жалпы шығынына келтірілген аумақ: $F_1 = 100 + 3 = 103 \text{ см}^2$.

2-ші нұсқа. Көлденең қима аумағы $F = 75,4 \text{ см}^2$. Көлемдері 65 х 5 мм болатын бұрыштықтардан жасалынған торлар қосымша

11.3-ші кесте. Нұсқаларды салыстыруға арналған деректер

Нұсқа	Келтірілген аумақ,		$J_x, \text{см}^4$	$J_y, \text{см}^4$		$\sigma_x, \text{кгс/см}^2$	σ_y немесе $\sigma_{\text{вmax}}, \text{кгс/см}^2$	
	см^2	%		1-ші сала	2-ші сала		1-ші сала	2-ші сала
1	103	100	61400	3 780		2 080	2 040	
2	109,1	106	120 500	4 160	5010	2 070	670	2 100
3	115,7	112	163 000	25 000	35 400	2 100	800	2 060

$$6,13 \cdot 2(1 + 1,4) = 29,4 \text{ см}^2 \text{ береді.}$$

Әрбір 3 м сайын қойылған көлемдері 800 x 270 x 6 мм болатын диафрагмалар

$$80 \cdot 27 \cdot 0,6 / 300 = 4,3 \text{ см}^2 \text{ қосады.}$$

Металдың жалпы шығынына алып келген аумақ:

$$F_2 = 75,4 + 29,4 + 4,3 \approx 109,1 \text{ см}^2.$$

3-ші нұсқа. Көлденең қима аумағы $F = 67,2 \text{ см}^2$. Көлемдері 50x5 мм болатын бұрыштықтардан жасалынған торлар қосымша

$$4,8 \cdot 2(1 + 1,28 + 0,6 + 1) / 0,8 = 46,6 \text{ см}^2 \text{ қосады.}$$

Әрбір 3 м сайын қойылған көлемдері 50x5 мм болатын диафрагмалар

$$4,8 - (1^2 + 0,6^2)^{1/2} / 3 = 1,9 \text{ см}^2 \text{ қосады.}$$

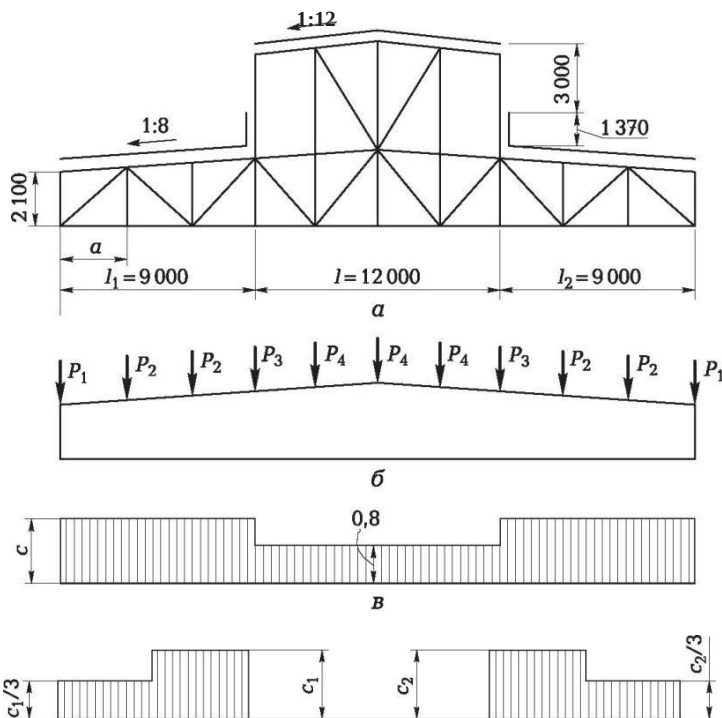
Металдың жалпы шығынына алып келген аумақ:

$$F_3 = 67,2 + 46,6 + 1,9 = 115,7 \text{ см}^2.$$

Нұсқаларды салыстыруға арналған негізгі деректер 11.3-ші кестеде келтірілген.

3-ші мысал. Дәнекерленген фермаларды есептеу және жобалау

Тапсырма. 11.6, асуреттегі бейнеленген шатыр фермаларын есептеу. Фермалар қадамы — 12 м. Фермалар тірегі топсалы. Қардың салмағы қарқындылығы — 100 кгс/см². Тұрақты жүктемелер 11.4-ші кестеде келтірілген.



2

11.6-шы сурет. Шатыр фермасының (а), жүктемелердің бөлінуі (б) және екі сызбалар бойынша есептелінген қар жүктемесі эпюраларының сызбасы (в, г)

11.4-ші кестеде көрініп тұрғандай, ферманың салыстырмалы салмағының есептік мәні ферманың жалпы салыстырмалы салмағының есептік мәні $g_{\text{фер}}^{\text{есеп}} = 11 + 43 + 57 + 182 + 33 = 327 \text{ кгс/м}^2$, фонарьдың шегінде (Байланыстары бар фонарь фермасын ескере отырып) $g_{\text{фер}}^{\text{фер}} = 340 \text{ кгс/м}^2$.

Шешімі. 11.6, в, г суретіне сәйкес екі сызба бойынша қар жүктемесін анықтаймыз:

$$c = 1 + 0,2 \cdot 12 / (9 + 9) = 1,133 \text{ кгс/м};$$

$$c_1 = 1,5(1 + 0,6 \cdot 12 / 9) = 2,7; \quad c_3 / 3 = 0,9 \text{ кгс/м};$$

$$c_2 = 1,5(1 + 0,4 \cdot 12 / 9) = 2,3; \quad c_2 / 3 = 0,767 \text{ кгс/м}.$$

11.4-ші кесте. Фермаға түсетін тұрақты кернеулер

Жүктеме атауы	g норма	n	гесепт
Салыстырмалы салмақ, кгс/м ²			
гидроокшаулауыш үш қабатты кілемнің	10	1,1	11
асфальт тұтастырғыштың	36	1,2	43
қалыңдығы h = 8 см болатын көпіршік бетонды плиталық жылытқыштың	48	1,2	58
көлемдері 3 x 12 м болатын ірі көлемді темір-бетон плиталардың	165	1,1	182
байланыстары бар шатыр фермаларының	30	1,1	33
байланыстары бар фонарь фермаларының	12	1,1	13
ноғонды жүктеме, кгс/м:			
әйнектендіруден	105	1,1	116
борттық плитдан	178	1,1	196

Есептік сызбаны таңдау үшін жүктемені қос сызба бойынша салыстырамыз. Ферманың жартысына түсетін жүктеме: бірінші сызба бойынша —

$$c - 9 + 0,8 \cdot 6 = 1,133 \cdot 9 + 0,8 \cdot 6 = 15 \text{ кгс};$$

екінші сызба бойынша —

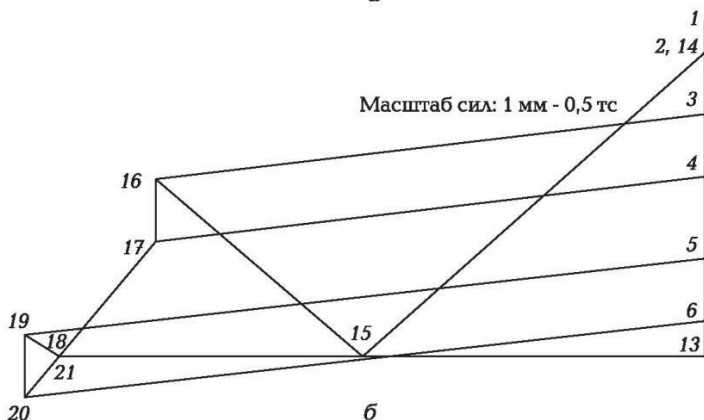
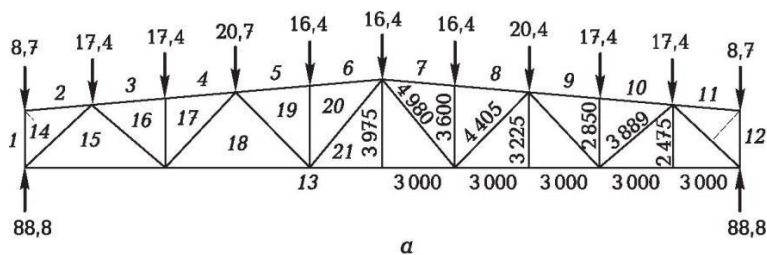
$$4,5(\text{щ} + \text{ш}/3) = 4,5(2,7 + 0,9) = 16,2 \text{ кгс}.$$

Жүктеме екінші сызба бойынша көбірек, бірақ ол тіректердің маңына шоғырланады, бұл аралықтың ортасындағы иілуші кезеңдерді, ал тиісінше белдіктердегі күштерді детөмендетеді. Осылайша, аралықтың ортасындағы шартты жүктемеден келетін кезең: бірінші сызба бойынша—

$$M'_{cp} = (1,133 \cdot 9 + 0,8 \cdot 6)15 - (1,133 \cdot 9 \cdot 10,5 + 0,8 \cdot 6 \cdot 3) = 103,3 \text{ кгс} \cdot \text{м}; \text{ екінші}$$

сызба бойынша —

$$\begin{aligned} M''_{cp} &= (4,5 \cdot 0,9 + 4,5 \cdot 2,7)15 - (4,5 \cdot 0,9 \cdot 12,75 + 4,5 \cdot 2,7 \cdot 8,25) = \\ &= 91 \text{ кгс} \cdot \text{м} < M'_{cp}. \end{aligned}$$



11.7 -ші сурет. Есептелінетін фермаға арналған ферманың масштабты сызбасы (а) және Кремона диаграммасы (б)

Сондықтан, есептілік үшін бірінші сызбаны аламыз. Фонарьдан тыс қар жүктемесі:

$$p_n = 100 \cdot 1,133 = 133 \text{ кгс/м}^2; p_{\text{сеп}} = p_n = 1,4 \cdot 113 = 158 \text{ кгс/м}^2.$$

11.5-ші кесте. Күштер кестесі

Элемент	Күш,		Элемент	Күш,		Элемент	Күш,	
	мм	тс		мм	тс		мм	тс
3—16	-304	-152	18—13	356	178	14—15	-250	-125
4—17	-304	-152	21—13	356	178	15—16	148	74
5—19	-372	-186	1—14	—	-8,7	17—18	-84	-42
6—20	-372	-186	16—17	—	-17,4	18—19	18	9
15—13	188	94	19—20	—	-16,4	20—21	24	12

Сомалық тораптық жүктемелер (11.6, б суретін қараңыз):

$$P_1 = 0,5II/3(g_{\text{есеп}}^{\text{фер}} + p_{\text{есеп}}) = 0,5 \cdot 12 \cdot 9/3(0,327 + 0,158) = 8,7 \text{ тс};$$

$$P_2 = 2P_1 = 2 \cdot 8,7 = 17,4 \text{ тс};$$

$$P_4 = 1II/3(g_{\text{есеп}}^{\text{фон}} + p_{\text{есеп}}) = 12 \cdot 9/3(0,340 + 0,158) = 16,4 \text{ тс};$$

$$P_3 = 0,5(P_2 + P_4) + I(g_{\text{есеп}}^{\text{калд}} + g_{\text{есеп}}^{\text{пл}}) = 0,5(17,4 + 16,4) + 12 \cdot 0,312 = 20,7 \text{ тс}.$$

Тірек реакциясы

$$N_{\text{оп}} = P_1 + 2P_2 + P_3 + 1,5P_4 = 8,7 + 2 \cdot 17,4 + 20,7 + 1,5 \cdot 16,4 = 88,8 \text{ тс}.$$

Масштабты ферма сызбасын (11.7-ші сурет) және Кремона диаграммасын (11.7, б суреті) құрамыз, күштер кестесін жасаймыз (11.5-ші кесте). Ферманың сызбасында 1 мм-ге дейінгі дәлдікте есептелініп шығарылған элементтер ұзындықтарын көрсетеміз. Одан кейін, нәтижелері 11.6-шы кестеде келтірілген қималарды таңдауды жүзеге асырамыз.

Фермалар фасонкалары қалыңдығы:

Тірек қиғаш тіреуіндегі күш, тс 25 26...45 46...80 81...120 121...170 дейін
Фасонкалар қалыңдықтары, мм...8 10 12 14 16

Фасонкалар қалыңдықтарын 125 тс — 16 мм күші бойынша таңдаймыз. Элементтердің есептілік ұзындықтары және шекті икемділіктерін анықтамалық деректерге сәйкес аламыз.

Жоғарғы белдік.3—16 және 4 — 17 элементтері. Көлемдері 180x12 мм болатын екі бұрыштық қималары: $F = 84,4 \text{ см}^2$; $r_x = 5,59 \text{ см}$; $r_y = 7,91 \text{ см}$. $I_x = I_y = I_0 = 300 \text{ см}^4$ және $r_x < r_y$ болғандықтан, $\lambda_x > \lambda_y$; $\lambda_x = I_0 / r_x = 300/5,59 = 54$; кестелік деректер бойынша $\varphi = 0,873$. Бұдан

$$\sigma = N/(\varphi F m) = 152\,000 / (0,873 \cdot 84,4 \cdot 1) = 2\,060 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

5 — 19 және 6 — 20 элементтері. Қимасы — Көлемдері 200 x 14 мм болатын екі бұрыштық; $F = 102,9 \text{ см}^2$; $r_x = 6,2 \text{ см}$; $r_y = 8,74 \text{ см}$; $\lambda_x = 300/6,2 = 49$; $\lambda_y = 300/8,74 = 69$; кестелік деректер бойынша $\varphi = 0,815$. Бұдан

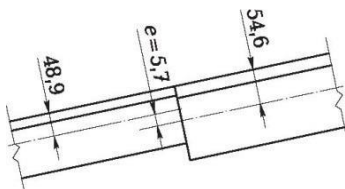
$$\sigma = N/(\varphi F m) = 186\,000 / (0,815 \cdot 109,2 \cdot 1) =$$

$$= 2\,090 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Бір қимадан келсі қимаға өткендегі эксцентриситет (11.8-ші сурет) төмендегіні құрайды: $e = (54,6 - 48,9) \cdot 100/180 \approx 3\% < 5\%$, сондықтан оны есептемеуге болады.

Төменгі белдік. 15 — 13 элементі. Қима — көлемдері 100 x 12 мм болатын екі бұрыштық қималары: $F = 45,6 \text{ см}^2$;

11.6-шы кесте. Қималарды таңдау (материалы —Ст.3 болаты; R=2100 кгс/см ²)									
Элемент		N, тс	F, см ²	I_x/I_y , см	r_x/r_y , см	λ_x/λ_y	$\varphi_{\min}$	m	σ , кгс/см ²
Жоғарғы белдік	3 — 4 17	-152	84,4	300 300	5,59 7,91	54 —	0,87 3	1	2 050
	5 — 19, 6 — 20	-186	109,2	300 600	6,2 8,74	49 69	0,815	1	2 080
Төменгі белдік	15 — 13	94	45,6	600 600	3,03 4,71	198 —	—	—	2 060
	18—13, 21 — 13	178	87,8	600 1800	3,54 9,73	169 185	—	—	2 030
Қиғаш тіреулер	14—15	-125	74,8	195 389	4,94 7,09	40 55	0,875	1	1920
	15—16	74	39,4	312 389	3,87 5,61	81 70	—	—	1870
	17 — 18	-42	39,4	353 441	3,87 5,61	91 79	0,681	0,8	1950
	18—19	9	17,6	353 441	2,3 3,59	153 123	—	—	512
	20 — 21	12	17,6	400 498	2,3 3,59	172 139	—	—	680
Бағандар	16—17	-17,4	17,6	230 285	2,3 3,59	100 80	0,6	0,8	2 060
	19 — 20	-16,4	21,2	290 360	2,78 4,19	104 86	0,568	0,8	1700
Шпрен-гель	—	—	—	146 183	1,55 2,61	95 70	—	—	—



11.8 -ші сурет. Ферманың жоғарғы белдігінде бір қимадан басқасына өту барысындағы

$$\sigma = N/F = 94\,000/45,6 = 2\,060 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

18 — 13және21—13элементтері.Қима — көлемдері 200 х 125 х 14 мм болатын, тар сөрелерден жасалынған екі бұрыштық: $F = 87,8 \text{ см}^2$;

$$\sigma = N/F = 178\,000/87,8 = 2\,030 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Бір қимадан келсі қимаға өткендегі эксцентриситет $e = 29,1 - 29,1 = 0$.

Қиғаш тіреулер.14—15элементтері.Қима— көлемдері 160 х 12 мм болатын екі бұрыштық: $F = 74,8 \text{ см}^2$; $r_x = 4,94 \text{ см}$; $r_y = 7,09 \text{ см}$; $\lambda_x = 195/4,94 = 40$; $\lambda_y = 389/7,09 = 55$; $\varphi = 0,875$. Бұдан

$$\sigma = N/(\varphi F m) = 125\,000/(0,875 \cdot 74,8 \cdot 1) = 1910 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

15—16элементі.Қима—125 х 8 мм екі бұрыштық: $F = 39,4 \text{ см}^2$; $r_x = 3,87 \text{ см}$; $r_y = 5,61 \text{ см}$;

$$\sigma = N/F = 74\,000/39,4 = 1\,880 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

17 —18элементі.Қима— көлемдері 125 х 8 мм болатын екі бұрыштық: $F = 39,4 \text{ см}^2$; $r_x = 3,87 \text{ см}$; $r_y = 5,61 \text{ см}$; $\lambda_x = 353/3,87 = 91$; $\lambda_y = 441/5,61 = 79$; $\varphi = 0,681$.

Есептілік иілгіштігі $\lambda_x > 60$ болғандықтан, $m = 0,8$. Бұдан

$$\sigma = N/(\varphi F m) = 42\,000/(0,681 \cdot 39,4 \cdot 0,8) =$$

$$= 1\,960 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

18 —19және20 — 21элементтері.Бұл қиғаш тіреулер аз жүктелген, және олардың қималары ең төменгі бұрыш бойынша конструктивті қабылданады (**16 —17 бағандар**).

Бағандар.16—17элементі.Қима — көлемдері 75 х 6 мм болатын екі бұрыштық: $F = 17,6 \text{ см}^2$; $r_x = 2,30 \text{ см}$; $r_y = 3,59 \text{ см}$; $\lambda_x = 230/2,30 = 100$; $\lambda_y = 285/3,59 = 80$; $\varphi = 0,681$; $m = 0,8$;

$$\sigma = N/(j F m) = 17\,400/(0,681 \cdot 17,6 \cdot 0,8) =$$

$$= 1\,820 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

19—20элементі.Қима — көлемдері 90 х 6 болатын екі бұрыштық: $F = 21,2 \text{ см}^2$; $r_x = 2,78 \text{ см}$; $r_y = 4,19 \text{ см}$; $\lambda_x = 290/2,78 = 104$; $\lambda_y = 360/4,19 = 86$; $\varphi = 0,568$; $m = 0,8$;

$$\sigma = N/(j F m) = 16\,400/(0,568 \cdot 21,2 \cdot 0,8) = 1\,700 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Шпренгель.Қима— көлемдері 50 х 5 болатын екі бұрыштық; $r_x = 1,55 \text{ см}$; $r_y = 2,61 \text{ см}$; $\lambda_x = 146/1,55 = 95$; $\lambda_y = 183/2,61 = 70$.

Элементтерді бекітудің дәнекерлеу жіктерінің ұзындықтарын анықтаймыз. Нәтижелерін қолайлы болу үшін 11.7-ші кестеге енгіземіз.

11.7-ші кесте. Элементтерді бекіту жіктері (электродтары 342; ^{сб} = 1 500 кгс/см ²)											
Элемент	Күш, тс	Қима көлемдері, мм	Маңдайша жігі			Шүйдедегі жік			Белдіктегі жік		
			h _ш , мм	1 _ш +1- см	N _д , тс	N _о , тс	h _ш , мм	1 _ш +1- см	N _о , тс	h _ш , мм	1 _ш +1- см
14—15	62,5	160x 12	10	22	23	27,5	10	27	12	10	12,5
15—16	37	125x8	6	12,5	7,2	17	8	22	7,5	6	13
17—18	21	125x8	4	12,5	4,8	11,4	6	19	4,8	4	12,5
5—19, 6— 20	93	200 x 14	—	—	—	79	10	78	33,7	8	43
15—13	47	100x 12	—	ТөртN= 57,6/4 = 14,4 тс бірдей жігі						6	24
18—13, 21 — 13	89	200 x 125 x 14	—	66,8-241,75 = 43,3			10	43	22,2	8	28
20—21	6	75x6	4	7,5	2,7	2,3	4	7	1	4	6

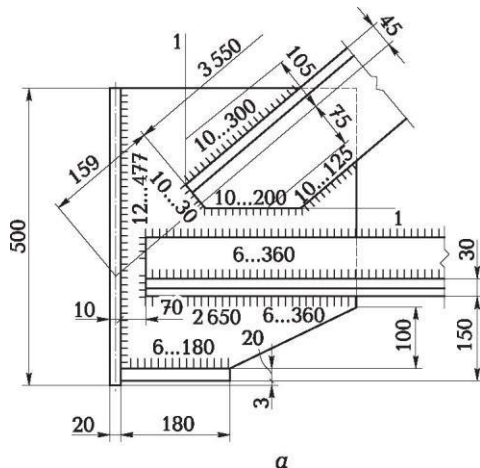
Жіктердің көлемдері күш бойынша бір бұрыш үшін, элементтегі күштің жартысына тең болып анықталады. Белдіктер түйіспелерін, белдіктегі шекті күштен 20% ұлғайтылған етіп есептелінеді ($1,2N_{np} = 1,2N_n R / \sigma_n$, бұл жерде N_n және σ_n — тиісінше күш және белдіктегі кернеу).

Ст.3 маркалы болаттан жасалынған конструкциялар үшін Э42 типті электродтарын қолданады. Дәнекерлеу қолмен жүргізіледі. қиғаш тіреулерді контур бойынша дәнекерлейді, бағандарды – жіктерді бүйіржаққа 20 мм шығара отырып белдік пен шүйде бойынша дәнекерлейді.

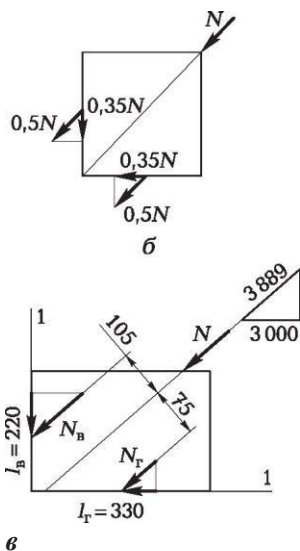
Белдіктер түйіспелеріндегі көлденең сөре қаптамамен жабылады. Жіктер торапты конструкциялау барысында тексеріледі.

Мысал үшін 14 —15 элементтің жіктері параметрлерінің қалай анықталғандығын қарастырайық. Күш = $125/2 = 62,5$ тс; қимасы көлемдері 160 x 12 мм болатын бұрыштамалардан. Тірек қиғаш тіреулердің бұрыштарының шүйделерінде жіктердің бойындағы фасонкаларда уатқыш кернеулердің пайда болуына жол бермеу үшін, бұл жіктерді аталмыш жіктерді толық пайдалану ($\tau_{ш} = R^{ch}$) және фасонканың қимаға шекті жұмысы ($\tau_{ф} = R_{cp}$) шарттарынан алынады, бұл қолмен дәнекерлеу барысында ($P = 0,7$) келесі мәнді береді

$$h_{ш} = \delta_{ф} R_{cp} / (2\beta R^{ch}_y) = 16 \cdot 1300 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1500) = 10 \text{ мм.}$$



11.9-шы сурет. Ферманың тірек торабы (а), ферманы шартты тексеру (б) және ферма тораптарындағы уатқыш кернеу сызбасы (в)



б

Барлық жіктердің биіктіктерін 10 мм тең деп қабылдайды. Қапталдық жіктің 230 мм ұзындығы жағдайында (1.19-шы сурет) оған келесі күш түседі

$$N_{\phi} = 0,7h_{\text{ш}}I_{\text{ш}}R^{\text{св}}_y = 0,7 \cdot 1(23 - 1)1,5 = 23 \text{ тс.}$$

Белдіктегі жікке түсетін күш

$$N_n = 0,3(N - N_{\phi}) = 0,3(62,5 - 23) = 12 \text{ тс.}$$

Белдіктегі жіктің ұзындығы

$$I_{\text{ш}} + 1 = N_n / (0,7h_{\text{ш}}R^{\text{св}}_y) + 1 = 12 / (0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,5) + 1 = 12,5 \text{ см.}$$

Шүйдедегі жікке түсетін күш

$$N_0 = 0,7(N - N_{\phi}) = 0,7(62,5 - 23) = 27,5 \text{ тс.}$$

Шүйдедегі жіктің ұзындығы

$$I_{\text{ш}} + 1 = N_0 / (0,7h_{\text{ш}}R^{\text{св}}_y) + 1 = 27,5 / (0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,5) + 1 = 27 \text{ см.}$$

Қалдық элементтердің бекітпелерінің жіктерінің ұзындықтары осыған ұқсас анықталады. Жіктердің алынған көлемдері нормативтік құжаттарда ұсынылған талаптарды қанағаттандырулары қажет. Осылай, **14—15** элемент үшін жіктердің сомалық ұзындығы $4h_{\text{ш}}$ (яғни 4-10 = 40 мм) астам, бірақ $60h_{\text{ш}}$ (яғни, 60-10 = 600 мм) астам емес, ал жіктердің қалыңдығы — $1,2\delta_{\phi}$ (яғни, $1,2 - 16 = 19,2$ мм) артық болмауы; ал белдікте — $\delta_{yt} - 2 = 12 - 2 = 10$ мм ртық болмауы қажет.

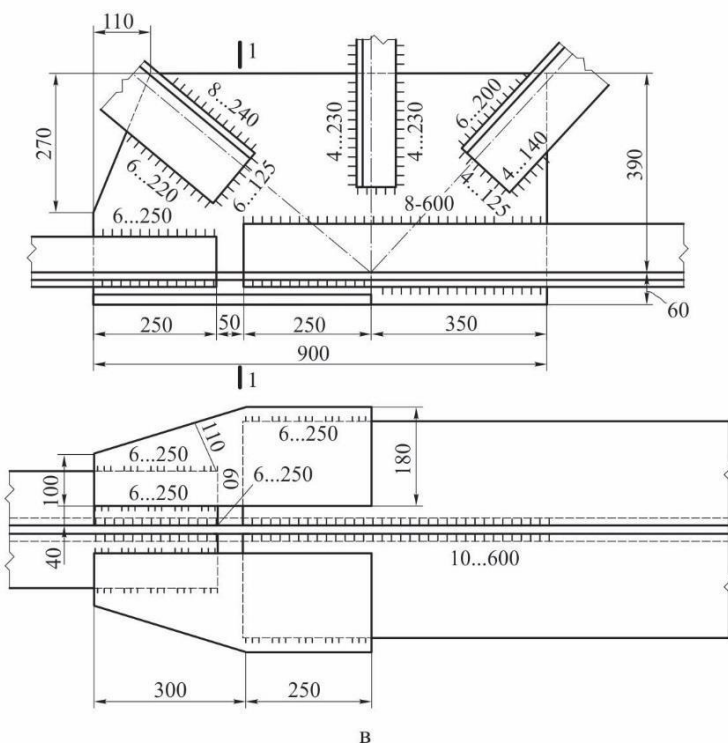
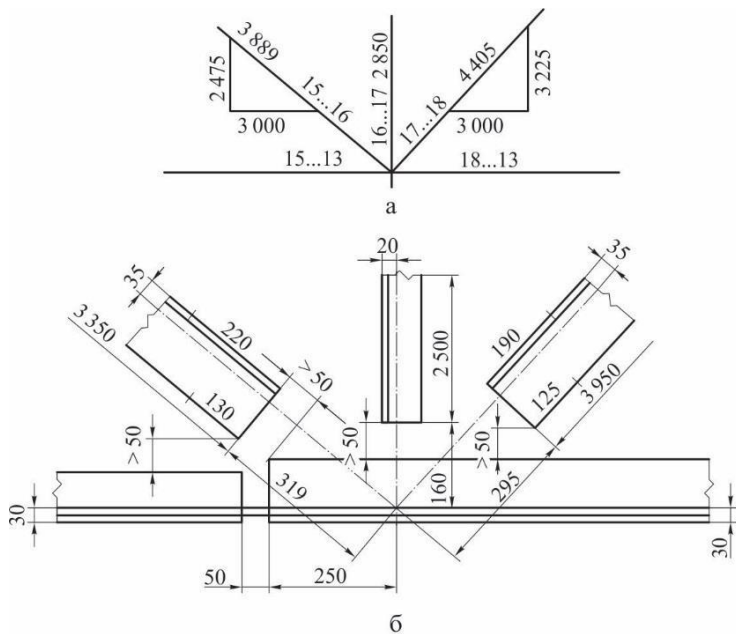
Жіктредің көлемдерін таңдау барысында, торап конструкциясының алынатын тиісті көлемдерін ескеру қажет. Ферманың масштабты сызбасын құрудың жүйелілігі келесідегідей.

1. Элементтер өзегін өткізеді (11.10, а суреті).

2. Оларды, олардың арасындағы қашықтық 50 мм кем болмайтындай, ал элементтердің ұзындықтары 50 мм еселейтіндей етіп орналастыра отырып, элементтерге контур жасайды, элементтерді бекіту жіктерінің ұзындықтарын кейінге қалдырады; белдік неғұрлым жүктемелі түйіспекті элементін (**18 — 13**) торап өзегінен әрі, бұрыштықтың сөрелерінің екі есе енінің қосарланған мәнінен кем болмайтындай етіп жалғастырады (11.10, б суреті).

3. Жіктердің ұштарының неғұрлымалыста орналасқан нүктелері бойынша қарапайым қалыптағы фасонка жасалынады, фасонкалардың габариттік көлемдерін үлкен жағына 50 немесе 100 мм дөңгелектейді (11.10, в суреті).

Төменгі белдік элементінің бұрыштарының әрқайсысы 15 — 13 төрт жікпен бекітіледі: екеуімен қаптамаға және екеуімен фасонкаға. Жіктер арасындағы күштердің бөлінулерінің біркелкі еместігі, түйіспедегі шекті күштің 20% ұлғаюымен өтеледі. Түйіспедегі есептілік күші



11.10 - сурет. Ферма торабын конструкциялау мысалы :

a — ферма элементтері өзектерін енгізу; *b* — элементтер контурларын енгізу; *в* — қарапайым қалыптағы фасонканы сызу

$$N_{рас} \eta = 1,2 N_{пр} = 1,2 N_e R / \sigma_n = 1,2 \cdot 94 \cdot 2 \cdot 100 / 2060 = 115 \text{ тс.}$$

Әрбір жікке төмендегідей күш келеді

$$N = 115 / (2 \cdot 4) = 14,4 \text{ тс.}$$

Жіктің келесі ұсынылған биіктігінде $h_m = 6$ мм келесі жік ұзындығы

$$\text{кажет } I_{ш} + 1 = [14,4 / (0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,5)] + 1 = 24 \text{ см.}$$

Оны 25 см тең деп қабылдаймыз. Күш жіктер арқылы қаптамаға $N_n = 2 \cdot 14,4 = 28,8$ тс және фасонкаға $N_\phi = 4 \cdot 14,4 = 57,6$ тс беріледі.

Қаптаманы тексеру ең төменгі қима бойынша — бұзылған сызық бойынша жүзеге асырылады. Қаптаманың қалыңдығы 12 мм құрайды, қима ұзындығы (бұзылған сызық бойынша) $60 + 110 = 170$ мм (11.10, в суретін қараңыз) құрайды. Қаптамадағы кернеу

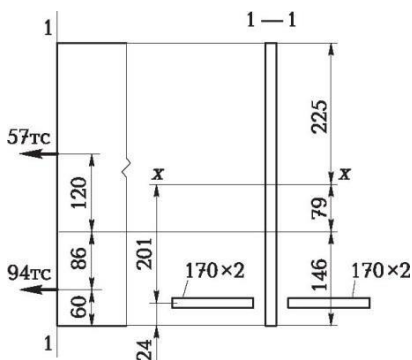
$$\sigma_n = N_n / F_n = 28 \, 800 / (17 \cdot 1,2) = 1420 \text{ кгс/см}^2 < 2 \, 100 \text{ кгс/см}^2.$$

Фасонканы шамалас созылуға тексергенде, есепке фасонкаға бекітілетін бұрыштық сөрелерінің екі еселенген еніне тең, оның жолағын алынатын болады:

$$\sigma_\phi = N_\phi / F_\phi = 57 \, 600 / (2 \cdot 10 \cdot 1,4) = 2 \, 060$$

$$\text{кгс/см}^2 < 2 \, 100 \text{ кгс/см}^2.$$

11.11 сурет. Қимадағы рекет ететін, қалыпты және иілуші кезеңдерді есепке ала отырып фасонканы тексеру сызбасы



Фасонканы тексеру, кимадағы қолданыстағы қалыпты күштерді және иілу кезеңдерін есепке ала отырып (11.11-ші сурет), кима бойынша (11.10, в суреті) неғұрлым дәл тексерілетін болады.

15 — 13 элементінен келетін күш фасонканың төменгі жағынан 6 мм қашықтыққа түскен және 94 тс тең. **15** — **16** элементтен келетін күш $3 + 3 + 25 \cdot 2 \cdot 475/3 \cdot 000 = 26,6$ см қашықтыққа түскен және $74 \cdot 3 \cdot 000/3 \cdot 889 = 57$ тс тең.

Кимада $N = 57 + 94 = 151$ тс қалыпты күші және $M = 94 \cdot 8,6 - 57 \cdot 12 = 130$ тс•см иілу кезеңі әрекет етеді.

Қиманың аумағы $F = 45 \cdot 1,4 + 2 \cdot 17 \cdot 1,2 = 63 + 40,7 = 103,7$ см².

Фасонканың ауырлық орталығына қатысты өзектің жылжуы $u = 40,7 \cdot 20,1/103,7 = 7,9$ см;

инерция кезеңі $J_0 = (1,4 \cdot 45^2/12) + 40,7 \cdot 20,1^2 - 103,7 \cdot 7,9^2 = 20 \cdot 700$ см⁴.

Ең үлкен кернеу фасонканың төменгі фибрасында болады, ол үшін

$$W_n = 20 \cdot 700/14,6 = 1 \cdot 420 \text{ см}^3.$$

Бұл кернеу $\sigma = N/F + M/W_n = 151 \cdot 000/103,7 + 130 \cdot 000/1 \cdot 420 = 1 \cdot 542$ кгс/см² құрайды.

18 — 13 төменгі белдік элементі белдікке қалыңдығы $h_{ш} = 8$ мм және ұзындығы 600 мм болатын жікпен бекітілген, бірақ есепке тек $60h_0 = 60 \cdot 8 = 480$ мм ұзындығы ғана алынуы мүмкін.

18 — 13 төменгі белдік элементі түйспесіне арналған есептік күшею келесіге тең

$$N_p = 1,2N_{np} = 1,2N_n R/\sigma_n = 1,2 \cdot 178 \cdot 2 \cdot 100/2 \cdot 030 = 221 \text{ тс.}$$

Бір бұрыштықтағы белдіктегі жікке түсетін күш, $N = 0,25 \cdot 221/2 = 27,6$ тс (тең бұрышты емес бұрыштық, тар сөремен бекітілген).

Жіктің қажетті ұзындығы

$$l_{ш} + 1 = [27,6/(0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,5)] + 1 = 34 \text{ см} < 48 \text{ см.}$$

Қаптама арқылы $2 \cdot 14,4 = 28,8$ тс күші берілетіндіктен, онда шүйдедегі жікке келесі күш түседі

$$N = 110,5 - (27,6 + 28,8) = 54,1 \text{ тс.}$$

$h_{ш} = 10$ мм болған жағдайдағы жіктің қажетті ұзындығы

$$l_{ш} + 1 = [54 \cdot 1/(0,7 \cdot 1 \cdot 1,5)] + 1 = 53 \text{ см. } 10 — 600 \text{ жігі алынды.}$$

Белдік элементтері түйісетін, жоғарғы белдік тораптары осыған ұқсас есептелінеді және жобаланады.

Белдіктер түйісулері жоқ тораптарда, белдікті фасонкамен жалғастыратын дәнекерлеу жігін тексеру, панельдердегі тораптарға қатысты белдіктегі күштердің айырмашылықтарына тең күш бойынша жүзеге

асырылады. Мұндай тораптардағы фасонканың қалпын әдетте тік бұрышты етіп алады.

Тірек торабы 11.9, а суретінде бейнеленген.

Конструкциялау барысында тірек қырының биіктігі 500 мм, қалыңдығы — 20 мм тең деп алынды, ал тірек қиғаш тіреуіндегі жіктің ұзындығы талап етілетіннен сәл артық болды.

Фасонканы жарылуға $\Sigma 1 = 1_B + 1_T = 220 + 330 = 550$ мм толық ұзындығы бойынша 1 – 1 қимасы бойынша жарылуға шартты тексеру тек, жарылу беттері элемент өзегіне 45° жақын бұрыштар бойынша еңкейген жағдайда ғана өткізілетін болады (11.9, б суреті):

$$\tau = 2 \cdot 0,35 \cdot N / (\delta_\phi \Sigma I) = 0,7 \cdot 125\,000 / (1,6 \cdot 55) = 1\,000 \text{ кгс/см}^2 < R_{cp}.$$

Іс жүзінде жарушы кернеулер қима беттерінің беттерінің ауырлық орталықтарының қиғаш тіреулер өзектеріне дейінгі қашықтықтан және бұл өзекке беттердің еңкеюі бұрыштарына тәуелді (11.9, в суретін қараңыз). Осылайша,

$$N_B = N(75/105 + 75) = 125 \cdot 75/180 = 52 \text{ тс};$$

$$N_T = N(105/180) = 125 \cdot 105/180 = 73 \text{ тс};$$

$$\begin{aligned} \tau_B &= N_B \cdot 2\,475 / (3\,889 \cdot \delta_\phi I_B) = 52\,000 \cdot 2\,475 / (3\,889 \cdot 1,6 \cdot 22) = \\ &= 940 \text{ кгс/см}^2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_T &= N_T \cdot 2\,475 / (3\,889 \cdot \delta_\phi I_T) = 73\,000 \cdot 3\,000 / (3\,889 \cdot 1,6 \cdot 33) = \\ &= 1\,070 \text{ кгс/см}^2. \end{aligned}$$

Соңғы нәтижелер бұған дейінгі алынған $\tau = 1\,000$ кгс/см² мәніне жеткілікті жақын болып табылады.

Тіреу қырының бүйіржағын жонады. Ол арқылы ферманың тіреу реакциясы беріледі. 1, 2 бүйіржағына тіреу реакциясын беру шартынан тіреу қырының ені келесіден кем болуы қажет

$$b = 1,2 N_{on} / (\delta R_{cm}) = 1,2 \cdot 88\,800 / (2 \cdot 3\,200) = 17 \text{ см}.$$

Тіреу қырын фасонкаға бекіту жіктерін ($h_0 = 12$ мм) ұлғайтылған тірек реакциясымен есептейді (1,2 коэффициентімен), бұл тірек реакциясының жіктерге қатысты қосылуының әдеттен тыстығын өтейді. Жіктердегі кернеулер

$$\sigma_{ш} = 1,2 \cdot 88\,800 / (2 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 45,7) = 1\,390 \text{ кгс/см}^2 < 1\,500 \text{ кгс/см}^2.$$

220

$$I_{ш} + 2 = 33,7 / (0,7 \cdot 1 \cdot 1,5) + 2 = 43 \text{ см} \quad (23 + 20 = 43 \text{ см}).$$

Басқа күш қаптамаға қалыңдығы $h_{ш} = 10$ мм және ұзындығы $I_{ш} + 2 = 79 / (0,7 \cdot 1 \cdot 1,5) + 2 = 78$ см екі жік арқылы беріледі.

Қаптаманың қалыңдығы келесідей алынған $8 = 14$ мм.

Қаптамадағы кернеу

$$\sigma = 79\,000 / (1,4 \cdot 45) = 1\,260 \text{ кгс/см}^2 < 2\,100 \text{ кгс/см}^2.$$

Фасонканың бұрыштың шүйдесінен 200 мм ұзындықта шығып тұратын орнында 8 — 200 мм екі жік болады. Бұл жіктердің әрқайсысына арналған есептік күшті, шүйдедегі жік арқылы қисық тіреудің бір бұрышынан берілетін, күштің 1,2 есеге ұлғайтылған шамасына 0,9 тең типтік фермалардың есептеулерінде алынады, яғни $N = 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot N_p = 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot 6 = 4,5$ тс, бұл жерде N_p — қиғаш тіреудегі есептік күш.

Жіктердегі кернеулер

$$\tau_{ш} = N / [0,7 h_{ш} (I_{ш} - 1)] = 4\,500 / (0,7 \cdot 0,8 \cdot 19) =$$

$$= 430 \text{ кгс/см}^2 < 1\,500 \text{ кгс/см}^2.$$

Қиғаш тіреуді бекіту жіктері ұзындықтары ($h_{ш} = 4$ мм) есеп бойынша талап етілетіннен конструктивті артық алынған:

$$I_{ш} = N / (0,7 h_{ш} R_y^{cb}) + 3 = 4,5 / (0,7 \cdot 0,4 \cdot 1,5) + 3 = 13,7 \text{ см} \\ (30,5 \text{ см алынды}).$$

Фасонкалар қаптамалары 10 — 450 және 10 — 60 мм жіктермен бекітілген. Бұл жіктер жоғарғы белдіктің есептік күшінің $0,3 + 0,15 = 0,45$ тең күшке есептелінеді.

$$I_{ш} + 2 = [0,45 \cdot 112,7 / (0,7 \cdot 1 \cdot 1,5)] + 2 = 51 \text{ см} \quad (45 + 6 = 51 \text{ см алынды}).$$

Жіктердің алынған ұзындықтары бұрыштың сөресінің енінің үш еселенген мәнінен аспауы қажет. Бұл шарт сақталынады: $3b_{y,z} = 3 \cdot 20 = 60 > 51$ см.

Әдебиеттер тізімі

1. *Блинов А.Н.* Дәнекерлеу конструкциялары / А.Н.Блинов, К.В.Лялин. — М. : Стройиздат, 1990.
2. *Васильева А. А.* Метал конструкциялары / А. А. Васильев. — М. : Стройиздат, 1979.
3. *Михайлов А.М.* Құрылыс конструкциялары элементтерінің мысалдардағы негізгі есептемелері / А. М. Михайлов. — М. : Жоғары мектеп, 1980.
4. *Михайлов А.М.* Дәнекерлеу конструкциялары/ А. М. Михайлов. — М. : Стройиздат, 1983.

Алғысөз	4
№ 1-ші практикалық сабақ. Дәнекерленген жалғаулар түрлері және дәнекерлеу жіктері типтері.....	5
№ 2-ші практикалық сабақ.. Дәнекерлеу жалғауларын есептеу және жобалау	21
№ 3-ші практикалық сабақ. Әртүрлі міндеттегі дәнекерлеу арқалықтары.	35
№ 4-ші практикалық сабақ.Кран асты арқалықтары.....	59
№ 5-ші практикалық сабақ.Орталыққа-сығымдалған колонналар .	70
№ 6-шы практикалық сабақ. Орталықтан тыс сығымдалған колонналар	90
№ 7-ші практикалық сабақ.Дәнекерлеу фермалары	106
№ 8-ші практикалық сабақ.Табақ конструкциялары	126
№ 9-шы практикалық сабақ. Бункерлер.....	153
№ 10-шы практикалық сабақ.Машиналардың дәнекерлеу бөлшектері мен тораптары	164
Курстық жобалау	191
Әдебиеттер тізімі	

Оқу басылымы

Овчинников Виктор Васильевич
Дәнекерлеу конструкцияларын есептеу және жобалау:
Практикум және курстық жобалау

Оқу құралы

2-ші басылым, стереотиптік

Редакторлары *Е. М. Зубкович, И. В. Мочалова*
Техникалық редакторы *Н. И. Горбачева*
Компьютерлік беттеу: *Е. Ю. Назарова*
Корректорлары *Г. Е. Форысенкова, Н. Т. Захарова*

№ 102113916 басылым. 15.10.2012 баспаға қол қойылды. Пішіні 60 x 90/16.

*«Балтика» гарнитурасы. № 1 офсеттік қағаз. Офсеттік баспа.
Шартты баспа табағы 14,0. Таралымы 1 000 дана. Тапсырыс №
«Академия» бапа орталығы. www.academia-moscow.ru
№ РОСС RU. АЕ51. Н16067 06.03.2012 ж.. снитарлық-эпидемиологиялық
қорытындысы 129085, Мскеу қ., Мир даңғз, 101в үй, 1 құр., а/ж 48.
Тел. 8(495)648-05-07, факс 8(495)616-00-29.
Баспаның электронды тасымалдағыштарынан басылып шығарылды.
«Тверской полиграфический комбинат» ААҚ, 170024, Тверь қ., Ленин
даң., 5. Телефоны: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс: (4822) 44-
42-15.
Номерpage — www.tverpk.ru Электронды поштасы (E-mail)*