

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Ш.ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯ ЖӘНЕ ИНЖИНИРИГ  
УНИВЕРСИТЕТІ**

**«ҚҰРЫЛЫС» КАФЕДРАСЫ**

**БРЖАНОВ Р.Т., СУГИРОВ Д.У.**

**ДӘРІСТЕР КОНСПЕКТІСІ  
"Құрылыс конструкциялары – 1" пәнінен  
050729- «Құрылыс» мамандығы бойынша  
Оқулық**

**Ақтау 2010 ж.**

ӘОЖ 624 (075.8)

БКК 38.5я 73

К77

ISBN 978-601-7276-28-7

Құрастырғандар: Бржанов Р.Т. - т.ғ.к., доцент, Сугиров Д.У. т.ғ.д., проф.

"Құрылыс конструкциялары – 1" пәнінен дәрістер конспектісі. Оқулық – Ақтау: Ш. Есенов атындағы КМТЖИУ, 2010- б. 157

Пікір берушілер: Кенжетаев Г.Ж. – т.ғ.д., профессор, КГУТИИ г.Ақтау

Кулманова.Н.К.. – т.ғ.д., профессор, КазАТК г.Алматы

"Құрылыс конструкциялары – 1" пәнінен дәрістер конспектісі оқу жоспарына және типтік бағдарламасына сәйкес құрастырылған және пән бойынша сабақтарды өткізуге арналған барлық қажетті мәліметтер келтірілген. Әр түрлі материалдардың физика-механикалық қасиеттері, және есеп әдістері, конструкциялардың сыртқы жүк пен жүктемелерге қарсыласуы қарастырылған. Әр бір дәріс бақылау сұрақтарымен аяқталады.

ӘОЖ 624 (075.8)

БКК 38.5я 73

Ш. Есенов атындағы КМТЖИУ әдістемелік кеңесімен баспаға ұсынылған.

ISBN 978-601-7276-28-7

© Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ, 2010 ж.

## 1. Дәріс

### Тақырып: «Металл конструкциялардың материалдары»

Жоспар:

1. Құрылыс болаттар
2. Алюминий қорытпалары

Металл конструкцияларында негізінде болаттар және алюминий қорытпалар қолданылады. Болат материалы – прокатты және құйма түрінде пайдаланады және олардың дәнекерлену қасиеттері жақсы болады. Алюминий қорытпалардың беріктігі жоғары және өте жақсы пластикалық қасиеттері болады.

Құрылыс конструкцияларда 95% прокатты болат қолданылады, алюминий қорытпалар негізінде қорғау конструкцияларда қолданылады.

#### 1. Құрылыс болаттар

Болат дегеніміз – темірдің, көміртектің (У), рудадан қалған қоспалардың және легирлей қосымшалардың қорытпасы.

Болат көміртекті және легирленген болады. Көміртекті болаттар көміртектің мөлшеріне қарай бөлінеді:

- 1) – аз көміртекті, көміртектің мөлшері 0,09-0,23%;
- 2) – орта көміртекті, көміртектің мөлшері 0,24-0,50%;
- 3) – көп көміртекті, көміртектің мөлшері 0,51-1,20%;

Құрылыс металл конструкцияларда негізінде аз көміртекті болаттар қолданылады, олардың пластикалық қасиеттері жоғары және дәнекерлеу қасиеттері жақсы.

Легирленген болаттар үш топқа бөлінеді:

- 1) – аз легирленген, легирлеу қосымшалардың мөлшері 2,5%-ға дейін;
- 2) – орта легирленген, легирлеу қосымшалардың мөлшері 2,6-10%;
- 3) – көп легирленген, легирлеу қосымшалардың мөлшері 10% көп.

Құрылыс металл конструкцияларда негізінде аз легирленген болаттар қолданылады, бірақ кейбір жағдайда орта легирленген болаттарда қолданылады. Болаттарды мартен және конвертор қорыту тәсілімен жасайды. Болаттардың қасиеттері және сапасы негізінде механикалық қасиеттері мен және химиялық құрамымен сипатталады.

#### Болаттың химиялық құрамы

Болаттың химиялық құрамы әр түрлі қосымшалардың және қоспалардың мөлшері процентпен сипатталады.

Көміртек (У) – аққыштық шекті және беріктікті ұлғайтады, бірақ дәнекерлену және пластикалық қасиеттерін төмендетеді, сондықтан МК аз көміртекті болаттар қолданылады. Болаттың құрамына арнайы легирлену қосымшаларды енгізеді, олар болаттардың қасиеттерін жақсартады. Мысалы:

Кремний (С) – беріктігін ұлғайтады, бірақ төзімділігін дәнекерлену қасиеттерін және соққы тұтқырлығын төмендетеді. Кремнийдің жағымсыз әсері марганец (Г) қосымшаның көп мөлшерімен басылады (төмендетеді).

Марганец (Г) -  $\sigma_y, \sigma_u$  ұлғайтады, пластикалық қасиеттерін төмендетеді;

Мыс (Д) – беріктікті, коррозияға төзімділігін ұлғайтады;

Алюминий (Ю) – соққы тұтқырлығын ұлғайтады, фосфордың жағымсыз әсерін төмендетеді;

Азот (А) – легирлеу элементтермен қосыла болаттың механикалық қасиеттерін жақсартады;

Легирлеу қосымшалар – никель (Н), ванадий (Ф), вольфрам (В), молибден (М), титан (Т), бор (Р) азкөміртекті болаттардың беріктігін және механикалық қасиеттерін жақсартады.

Кейбір қоспалар зиянды болады:

Фосфор – пластикалық және соққы тұтқырлық қасиеттері төмендейді, төмен температураның әсерінен болат морт қирауы мүмкін ( $> 0,045\%$ );

Күкірт – беріктігін төмендетеді, дәнекерленген кезде жарықшақтардың пайда болуына себеп болады ( $0,055-0,040\%$ );

$O_2$ ,  $H_2$ ,  $N$  – оттегі, сутегі, азот – балқытылған болатқа аудан  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N$  түскен жағдайда болаттың морттылығы күшейтіледі.

Болатты балқытып қорытқан кезде, болаттың ашыту дәрежесіне байланысты олар бөлінеді:

– тынық болат;

– жартылай тынық болат;

– қайнатылған болат.

Егер балқытқан болатты ашытпасақ, онда газдар сыртқа шығып болат қайнаған су сияқты болады. Осындай болаттарды қайнатылған деп айтады. Бұндай болаттардың құрамында көпдеген газдар болады және тез суытылғаннан, болаттың құрамы біртекті емес болады.

Сондықтан балқытылған болаттың құрамына ашытқыш элементтер қосады – кремний ( $0,12\div 0,30\%$ ) және алюминий ( $0,1\%$ ) дейін. Осы элементтер болаттың құрамындағы еріген оттегімен ( $O_2$ ) қосылып, оның жағымсыз әсерін төмендетеді. Осы процессті – ашыту процесс деп санайды және бұл кезде жылу шығарылады.

Ашытқан процесстен кейін болатты тындырады және оны тынық деп атайды.

Қайнатылған және тынық болат ортасындағы болаттың сапасы жартылай тынық болаттың түріне сәйкес. Бұл жағдайда болатты кремний элементпен ашытады ( $0,05-0,15\%$ ).

Тынық болаттың құрамы біртекті, дәнекерлену қасиеттері жақсы, динамикалық әсерге және морт қирауына жақсы қарсыласады. Бірақ олар қайнатылған болаттармен салыстырсақ  $12\%$  қымбат, сондықтан оны қолдану шектелінеді.

Механикалық қасиеттер бойынша болаттар бөлінеді:

1) жай берікті, оған аз көміртекті болаттар жатады, көміртектің ( $У$ ) мөлшері –  $0,22\%$ , аққыштық шегі  $\sigma_y = 270$  МПа дейін, ал беріктік шегі  $\sigma_u = 390$  МПа дейін ( $\sigma_u$  - үзілуге уақытша кедергісі);

2) жоғары берікті, оған аз легирленген болаттар жатады:  $\sigma_y = 305 - 390$  МПа,  $\sigma_u = 440 - 540$  МПа дейін;

3) өте жоғары берікті, оған аз легирленген және термиялық бекемделген болаттар жатады:  $\sigma_y = 410 - 600$  МПа,  $\sigma_u = 570 - 700$  МПа;

Металлургия зауыттары жай берікті болаттарды үш топ бойынша дайындайды:

А тобы – механикалық қасиеттерге гарантия беріледі;

Б тобы – химиялық қасиеттерге гарантия беріледі;

В тобы – механикалық және химиялық қасиеттерге гарантия беріледі.

Металл конструкцияларда В топтағы болатты қолданады.

Аз көміртекті болаттардың маркасы ГОСТ 380-71\*. ГОСТ 23570-79; ГОСТ 19282-73\*, ГОСТ 19281-73\* әріппен және сандармен белгіленеді.

Мысалы: ВСт3 сп5; ВСт3Г пс5;

В – болат В топ бойынша дайындалған, оның механикалық және химиялық қасиеттеріне гарантия берілген;

Ст – сталь, болат;

3 - азкөміртекті болат маркасының нөмірі. Болаттардың маркасы химиялық құрамы және механикалық қасиеттері бойынша келесі түрі болады СтО... Ст5, МК Ст3 қолданылады, олар беріктігі жоғары, пластикалық және дәнекерлену қасиеттері жақсы;

Сп – ашыту дәрежесі, спокойная – тынық;

Пс – полуспокойная – жартылай тынық;

Кп – кипящая – қайнатылған.

Г – құрамында марганец мөлшері жоғары;

5 – болаттың категориясы, аз көміртекті болаттар соққы тұтқырлық қасиеттері бойынша 6 категорияға бөлінеді. Әр категорияға болаттың химиялық құрамы, уақытша кедергісінің мөлшері және салыстырмалы ұзару деформациясы белгіленген.

Болат 18 сп, 18 Г сп

Болат В топ бойынша дайындалған, 0,18% көміртектің мөлшері;

Көпір конструкцияларды, гидротехникалық құрылыста және өте жауапты конструкцияларда аз көміртекті болаттарды маркасы М16с және 16Д қолданылады:

а) 0,16% - молибден, (0,3-1,0%) – кремний (С);

б) 0,16% - көміртекті, мыс (Д) - 0,3-1,0%.

Бірінші сан – көміртектің мөлшері (%)

Одан кейін әріп – легирлену қосымшалар, егер әріптен кейін сан жоқ болса онда ол легирлену қосымшаның мөлшерін көрсетеді.

14Г2 – 0,14% көміртегі (У), марганец (г) -0,02%,

15хСНД – 0,15% көміртегі; хром (х), кремний (с), нигель (н), мыс (Д), әр легирлену қоспаның мөлшері (0,3-1,0%).

МК материалдардың жұмыс істеу жағдайына байланысты 4 топқа бөлінеді (СНиП П-23-81\*):

**I топ:** - Өте ауыр жағдайда жұмыс істейтін және динамикалық, вибрациялық немесе жылжымалы күшсалмақтардың тікелей әсер ететін, пісіріп дәнекерленген конструкциялар және олардың элементтері; I топқа жатады – кранастындағы арқалық, жұмыс алаңның арқалықтары, бункерлердің және жүк арту эстакаалардың конструкциялары, фермалардың фасонкалары, галереялардың аралық құрылыс конструкциялары, электр жүйесінің биіктігі 60м-ден жоғары тіреулері, және т.т.;

**II топ-** Статикалық күшсалмақтардың әсеріне жұмыс істейтін пісіріп дәнекерленген конструкциялар немесе олардың олардың элементтері және дәнекерленген қосылыстары жоқ 1-ші топтың конструкциялары; II топқа жатады – фермалар, қаңқаның рамалары, жабын арқалықтары, саты косоурлары, жоғары вольтты электржүйелердің тіреулері, галереялардың тіреулері, иілген және иіліп-созылған элементтер;

**Штоп-** Статикалық күшсалмақтардың әсеріне жұмыс істейтін сығылып немесе сығылып иілетін пісіріп дәнекерленген конструкциялар және олардың элементтері, тағы дәнекерленген қосылыстары жоқ II топтың конструкциялары; III топқа жатады – ұстындар, тіреулер, тірек плиталар, құрал жабдықтарды көтеретін конструкциялар, жабын арқалықтар және т.б.

**IУтоп-**Гимараттардың қосалқы қосылыстары және дәнекерленген қосылыстары жоқ III топтың конструкциялары. Байланыс, фахверк элементтері, сатылар, алаңдар, қоршаулар, кабельді каналдың металл конструкциялары және т.б...

## 2. Алюминий қорытпалары

Алюминий өзінің қасиеттері бойынша болаттардан көп айырмашылығы бар.

Мысалы:

- тығыздығы  $\gamma=2640-2800\text{кг/м}^3$  (үш есе кем);
- серпімділік модулі  $E = 71000 \text{ МПа}$  (үш есе кем);
- жылжу модулі  $C_T = 27000\text{МПа}$ ;
- алюминийдің аққыштық алаңы болмайды, үзілгендегі созылуы 40-50%;
- беріктігі  $\sigma_b = 60 - 70\text{МПа}$ ;  $\sigma_{02} = 20 - 30\text{МПа}$  (шартты аққыштық шегі);
- алюминий коррозияға өте тұрақты, себебі бетінде өте жұқа қабыршақ пайда болып ары қарай коррозияны болдырмайды;
- алюминийдің беріктігі өте төмен, сол себептен алюминийді таза түрінде құрылыста қолданбайды;
- алюминийдің беріктігін жоғарлату үшін:

а) қосымша легирлену металлдарды қолданады, легирленген алюминийдің беріктігі 2-5 есе асады, ал қалдық салыстырмалы созылуы 2-3 есе төмендейді;

- легирлену үшін келесі металл элементтерін қолданады: Mn марганец (Г), Mg магний (Мg), Si кремний (С), Zn цинк, Cu мыс (Д), Cr хром (Х);
- құрылыста келесі алюминий қорытпалары пайдаланады: - АМг (алюминий-магний) дәнекерлеу қасиеттері жоғары, коррозияға төзімді; - АМn (алюминий-марганец); - Д дюралюмины, олар АІ, Cu, Vg, Mn құрастырылады; - АВ және АД типті авиаль, олар АІ, Si, Mg құрастырылады; - жоғары беріктік қорытпа В (АІ, Zn, Cu, Mg)^

б) тартып беріктігін жоғарлатады (нагартовка вытяжкой);

в) термиялық өңдейді:

- көп компонентті қорытпалар АІ-Mg-Si; АІ-Cu-Mg; АІ-Mg-Zn термиялық өндірген кезде беріктігі жоғарлайды. Олардың маркасы АД31Т; АД 31Т1; АД31Т4; АД31Т5; 1925; 1915Т; 1935Т – термиялық беріктенетін АІ қорытпалары.
- АІ-Mg; АІ-Mn қорытпалары термиялық өндірген кезде беріктігі артпайды, сондықтан АД1М; АМgМ; АМn2М; АМn2Н2 алюминий қорытпаларды термиялық беріктенбейтін деп атайды.

Алюминий қорытпаларын прокат түрінде (табақ, профильді құбыр және т.б.) зауыттарда өзіне қойылған стандарттар бойынша шығарылады.

Шығару жағдайына байланысты маркадан кейін келесі шартты белгілеп қойылады:

ГП - ыстық тапталған;

М - жұмсақ (күйдірілген)

Н - ногартталған

1/2H - жартылай ногартталған (II)

T - суарылған (қатты) және ескерілген 3-6 тәулікте

Мысалы: Д16-T дюралюминий №16, суарылған және ескерілген.

AI - қорытпалар бөлінеді:

а) 1 топ – төмен және орта беріктік, коррозияға төзімді → АМг, АМп, АВ қабырға және шатыр панельдер үшін, витрина, терезе рамалар мен переплет.

б) 2-топ – жоғары беріктік, бірақ коррозияға төзімділігі орташа Д – дюралюмины, В – ж.б. қорытпа оларды көтергіштік конструкциялар ретінде.

### Бақылау сұрақтар:

1. Болаттағы көміртектің мөлшері ?

А. аз көміртекті

Б. орта көміртекті

В. көп көміртекті

Г.. көміртектің мөлшері 0,09-1,20% ;

Д. көміртектің мөлшері 0,24-0,50% ;

2. Легирлеу қосымшалардың мөлшері?

А. аз легирленген

Б. орта легирленген

В. көп легирленген

Г.. легирлеу қосымшалардың мөлшері 2,6-10%

Д. легирлеу қосымшалардың мөлшері 2,5%

3. Болаттың химиялық құрамы

А. Темір (Fe)

Б. Темір (Fe) және көміртек (C)

В. Темір (Fe) , легирлеу қосымшалар

Г. Легирлеу қосымшалар, көміртек (C)

Д.. Темір (Fe), легирлеу қосымшалар, көміртек (C)

4. Тынық болаттардың белгісі

А.. Сп

Б. Кп , Пс

В. Кп,

Г. Кп, Пс

Д. Пс

5. Жартылай тынық болаттар

А. Сп

Б. Кп , Пс

В. Кп, Сп

Г. Кп, Сп, Пс

Д.. Пс

6. Қайнатылған болаттар

А. Пс

Б.Сп

В. Сп, Пс

Г.. Кп

Д. Кп,Пс

7.Болаттарды дайындау бойынша топтар

А.. А,Б,В

Б. В,Б,Д

В. Б,А,Д

Г. Д,А,Б

Д. В,Б,Д

8.МК материалдардың жұмыс істеу жағдайы бойынша топтар

А. 1,2,4

Б. 1,3,4

В. 1 топ

Г. 3 топ

Д.. 4 топ

9.Алюминий тығыздығы

А. 1800 кг /м<sup>3</sup>

Б. 2800 кг /м<sup>3</sup>

В..2600 кг /м<sup>3</sup>

Г. 2300 кг /м<sup>3</sup>

Д. 2100 кг /м<sup>3</sup>

10. Алюминийдің беріктігі

А.. 60-70 Мпа

Б. 70-90 Мпа

В. 40-70 Мпа

Г. 80-90 Мпа

Д. 160-170 Мпа

### **ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР**

1. Металлические конструкции. Элементы конструкций. Том I. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Горева В.В., 2-е издание: - М.: Высшая школа, 2001. – 551с.

2. Металлические конструкции. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Беленя Е.И., 6-е издание. – М.: Стройиздат, 1986-560с.

3. СНиП РК 5.04.23-2002г. Нормы проектирования. Строительные конструкции. – Астана, 2003-118с.

4. СНиП II-23-81\* Стальные конструкции. М. Изд-во АСВ. 2001.-35с.



## 2 . Дәріс

### Тақырып: «Металл материалдың механикалық қасиеттері мен олардың көрсеткіштері»

Жоспар:

1. Болаттардың механикалық қасиеттері
2. Алюминий қорытпалардың механикалық қасиеттері

#### 1. Болаттардың механикалық қасиеттері

Болаттардың механикалық қасиеті келесі көрсеткіштермен сипатталады: беріктік; серпімділік; пластикалық; морт қирауына бейімділігін көрсететін қасиет немесе соққы тұтқырлығы (морттылығы немесе сынғыштығы).

Болаттың беріктігі сыртқы күшсалмақтарға әсер еткенде материалдың кедергісі бойынша анықталады.

Егер жүктеуді аяқтағаннан кейін материал бастапқы пішінге қайтып келсе, онда бұл материалды серпімді деп атайды.

Егер жүктеуді аяқтағаннан кейін материал бастапқы пішінге келмеген жағдайда материалды пластикалық деп атайды.

Егер материал аз деформацияның себебінен қираған кезде материалдың морттылығы жоғары болады.

Механикалық қасиеттері келесі көрсеткіштермен анықталады:  $\sigma_{ny}$  – пропорциональдік шегі;  $\sigma_{ep}$  – серпімдік шегі;  $\sigma_y$  – аққыштық шегі;  $\sigma_n$  – беріктік шегі (үзілуге уақытша кедергісі);  $\delta$  - үзілгеннен кейінгі салыстырмалу ұзару;  $E$  – серпімділік модулі;

Пропорциональді шегі ( $\sigma_{ny}$ ) – Гук заңы жарамды болатын кернеулердің ең үлкен мөлшері;  $\sigma = E\varepsilon$ ;  $E = tg\alpha$  - серпімді модулі

Серпімдік шегі – қалдық деформация пайда болмайтын кернеудің ең төмен мөлшері немесе жүктеуді аяқтағаннан кейін үлгі бастапқы өлшемдеріне қайтып келеді.

Аққыштық шегі – пластикалық деформация пайда болатын кернеу, « $\sigma = \varepsilon$ » диаграммада аққыштық алаңы пайда болады.

*Аз көміртекті болат*  $\sigma = \sigma_y$  жүктеуді аяқтаған кезде  $\varepsilon_0$  - деген қалдық деформация пайда болады. Егер одан кейін қайтадан жүктесек онда серпімдік шегі  $\sigma_{ep}$  өседі.

Алдын – ала пластикалық деформациялануы арқылы серпімділік шегін үлкейткен кезде болаттың беріктігі жоғарлайды, осы процесті наклеп немесе нагартовка деп атайды.

#### Азлегирленген болаттар және Al - қорытпалар

Белгілі – Аққыштық шегі жоқ.

Аққыштық шегі ретінде шартты аққыштық шегі алынады  $\sigma_y$ , бұл кезде қалдық деформация 0,2% тең (бастапқы деформация).

Жоғары беріктік болаттар

( $\sigma_u$ ) – беріктік шегі немесе үзілуге уақытша кедергісі, материал қираған немесе ұзылған кездегі ең үлкен кернеудің мөлшері.

( $\delta$ ) – салыстырмалу ұзару металлдың пластикалық қасиетін сипаттайды.

$$\delta(\%) = \frac{\ell_k - \ell_o}{\ell_o} \cdot 100\%$$

Аз көміртекті және жоғары беріктік болаттар үшін аққыштық шегі бойынша созылуға, сығылуға және иілуге мөлшерлік кедергісі анықталады.

$$R_{yn} = \sigma_y$$

Өте жоғары беріктік болаттар үшін диаграммада аққыштық шегі жоқ, сондықтан болаттың мөлшерлік кедергісі  $R_{un} = \sigma_u$  (үзілуге уақытша кедергісі)

Болаттың аққыштық шегі және үзілуге уақытша кедергісі бойынша созылуға, иілуге есептік кедергісі

$$R_y = R_{yn} / \gamma_m \quad R_u = R_{un} / \gamma_m$$

$\gamma_m = 1,025 - 1,15$  материалдар бойынша сенімділік коэффициент

Ығысу кезіндегі есептік кедергісі  $R_s = 0,58 \frac{R_{ym}}{\gamma_m} \quad \gamma_m = 1,1$

Тік (дөңбек) төселген бетін жаншылу (жергілікті сығылу) кезіндегі есептік кедергісі

$$R_p = R_{un} / \gamma_m \quad \gamma_m = 1,1$$

Жергілікті жаншылу кезіндегі есептік кедергісі

$$R_{rp} = 0,5 \frac{R_{un}}{\gamma_m} \quad \gamma_m = 1,1$$

Прокаттың қалыңдығы бағыты бойынша созылу кезіндегі кедергісі

$$R_{th} = 0,5 \cdot R_{yn} / \gamma_m$$

Егер  $\gamma_c, \gamma_n$  – коэффициенті ескерген жағдайда

$$R_y = R_{yn} \cdot \gamma_c / \gamma_m \cdot \gamma_n$$

$\gamma_m = 1,025 - 1,15$  – материалдар бойынша сенімділік коэффициент;

$\gamma_c = 0,7 - 1,1$  – жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент;

$\gamma_n$  – ғимараттың жауаптылық дәрежесін ескеретін коэффициент.

1 класқа жататын ғимараттар (ерекше маңызды) -  $\gamma_n = 1,0$

2 класқа маңыздылығы бар ғимараттар  $\gamma_n = 0,95$

3 класқа маңыздылығы шектелген және уақытша ғимараттар  $\gamma_n = 0,85 - 0,90$

## 2. Алюминий қорытпалардың механикалық қасиеттері

Алюминий – конструкцияларды қолданғанда және ортаның температу-расы  $50^{\circ}\text{C}$  жоғары болған кезде ( $51-100^{\circ}\text{C}$ ) алюминий қорытпаның есептік кедергісін  $\gamma_t$  коэффициентке көбейтеді  $\gamma_t = 0,85 - 0,90$

$\gamma_t = 0,6 - 0,9$ -жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент; алюминий конструкциялардың жоғары деформативтік қасиеттерін ескереді.

$\gamma_c$ - коэффициент арқылы алюминий конструкциялардың жоғары деформативтік қасиеттері еске алынады.

Алюминий қорытпаның есептік кедергісін анықтайтын формулалар:

- созылуға, сығылуға және иілуге R;

- ығысуға  $R_s = 0,6R$ ;

- тік төселген бетін жаншылуға (жергілікті сығылуға)  $R_{cp} = 0,75R$

Алюминий қорытпаның шартты аққыштық шегі  $\sigma_{0,2}$  және үзілуге уақытша кедергісі  $\sigma_u$  бойынша созылуға, сығылуға және иілуге есептік кедергісі

$$R_y = R_{ym} / \gamma_m$$

$$R_u = R_{um} / \gamma_m \cdot \gamma_u$$

Осы есептік кедергілердің минимальды мөлшері алюминий қорытпаның есептік кедергісіне тең (R)

$$R = R_y(R_u)$$

$R_{ym} = \sigma_{0,2}$  - шартты аққыштық шегі

$R_{um} = \sigma_b$  - үзілуге уақытша кедергісі

$\gamma_m = 1,1$  тең - материалдың сенімділік коэффициенті

$\gamma_u = 1,45$  тең – беріктік шегі бойынша сенімділік коэффициенті

### Бақылау сұрақтар:

1.Болаттардың механикалық қасиеттерінің көрсеткіштері

А.. беріктік; серпімділік; пластикалық; морт қирауына бейімділігін көрсететін қасиет немесе соққы тұтқырлығы .

Б. серпімділік; пластикалық;

В. пластикалық; морт қирауына бейімділігін көрсететін қасиет

Г. беріктік; серпімділік; пластикалық

Д. соққы тұтқырлығы

2.Болаттардың беріктік қасиеттері

А.  $\sigma_{ny}$  – пропорциональдік шегі;  $\sigma_{ep}$  – серпімдік шегі;  $\sigma_y$  – аққыштық шегі;  $\sigma_n$  – беріктік шегі (үзілуге уақытша кедергісі);  $\delta$  - үзілгеннен кейінгі салыстырмалу ұзару; E – серпімділік модулі;

Б. пропорциональдік шегі

В. пропорциональдік шегі; серпімдік шегі

Г. үзілуге уақытша кедергісі

Д. үзілгеннен кейінгі салыстырмалу ұзару; серпімділік модулі;

3.Болаттардың пластикалық қасиеттері

А.  $\sigma_{ny}$

Б.  $\sigma_{ep}$

В.  $\sigma_y$

Г.  $\sigma_n$

Д..  $\delta$

4.Болаттардың морттылық қасиеттері

А.  $\sigma_y$

- Б.  $\sigma_n$
- В.  $\sigma_{ep}$
- Г.  $\sigma_{ny}$
- Д.  $\delta$

5. Алюминий қорытпалардың механикалық қасиеттері

- А..  $\sigma_n$
- Б.  $\delta$
- В.  $\sigma_y$
- Г.  $\sigma_{ep}$
- Д.  $\sigma_{ny}$

6. Пропорциональдік шегінің белгісі

- А..  $\sigma_n$
- Б.  $\delta$
- В.  $\sigma_y$
- Г.  $\sigma_{ep}$
- Д.  $\sigma_{ny}$

7. Серпімдік шегінің белгісі

- А.  $\sigma_n$
- Б..  $\sigma_y$
- В.  $\sigma_{ep}$
- Г.  $\sigma_{ny}$
- Д.  $\delta$

8. Беріктік шегінің белгісі

- А.  $\sigma_n$
- Б.  $\sigma_y$
- В..  $\sigma_{ep}$
- Г.  $\delta$
- Д.  $\sigma_{ny}$

9. Үзілгеннен кейінгі салыстырмалу ұзарудың белгісі

- А.  $\sigma_y$
- Б.  $\sigma_{ny}$
- В.  $\sigma_n$
- Г..  $\delta$
- Д.  $\sigma_{ep}$

10. Болат материалдар бойынша сенімділік коэффициент

А.1,10-1,20

Б. 1,15-1,20

В.. 1.025-1,15

Г. 1,0-1,3

Д. 1,05-1,11

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Металлические конструкции. Элементы конструкций. Том I. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Горева В.В., 2-е издание: - М.: Высшая школа, 2001. – 551с.

2. Металлические конструкции. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Беленя Е.И., 6-е издание. – М.: Стройиздат, 1986-560с.

3. СНиП РК 5.04.23-2002г. Нормы проектирования. Строительные конструкции. – Астана, 2003-118с.

СНиП II-23-81\* Стальные конструкции. М. Изд-во АСВ. 2001.-35с.

### 3. Дәріс

#### Тақырып: «МКЭ есептеу негіздері»

Жоспар:

1. Ортасынан созылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу

2. Ортасынан сығылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу

3. Иілген элементтердің шектік күйі және оларды есептеу

3.1.Иілген элементтердің серпімділік шекте есептеу

3.2.Иілген элементтердің шектелген пластикалық деформация күйінде есептеу

3.3.Иілген элементтердің жалпы орнықтылығын тексеру

4. Ортасынан тыс сығылған, созылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу

#### 1. Ортасынан созылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу

Бұл элементтердің жұмысы материалдың  $\sigma - \varepsilon$  диаграммасына сәйкес. Ортасынан сығылған элементтерді есептеу негізі болып оның беріктігін тексеру болып табылады.

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c \quad (1)$$

1 формула элемент қимасында пластикалық деформацияның дамуын шектейді.

$\frac{R_u}{\gamma_n} > R_y$  болаттардан жасалған элемент және аққыштық шектен асқан кезде элемент

эксплуатацияға тарауға болатын кезде мына формуланы қолданады:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_n} \quad (2)$$

$\gamma_n$  - сенімділік коэффициент

Элементті құрылыс алаңына жеткізу монтаждау және эксплуатация кезінде өз салмағынан иілмеуін сақтау үшін беріктігін есептеумен қатар оның иілгіштігін тексеру қажет. Бұл үшін созылған элемент иілгіштігі мах шектелген (рұқсат етілген) иілгіштік шамасынан кіші болу қажет.

$$\lambda = \frac{\ell_{ef}}{i_{\min}} \leq [\lambda] \quad (3)$$

## 2. Ортасынан сығылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу

Қысқа сығылған элементтің шектік күйі олардың беріктігін тексерумен, ал иілгіш элементтердің шектік күйі – орнықтылығымен анықталады. Ортасынан сығылған элементтердің беріктігі ортасынан сығылған элементтерге сәйкес 1 және 2 формулаларымен анықталады.

Орнықтылығын тексеру

$N$  бойлық күш критикалық шамасына жеткенге дейін элементтің орнықтылығы сақталады, ал  $N_{cr} > N$  элемент орнықтылығына жоғалтады. Ол қатаңдығы аз жазықтықта иіле бастайды. Сонда критикалық күштің шамасын Эйлер формуласымен анықтауға болады.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EJ}{\ell_{ef}^2};$$

Сонда критикалық кернеулер:

$$\sigma_{cr} = \frac{N_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 \cdot EJ}{\ell_{ef}^2 \cdot A} = \left| \frac{J}{A} = i_{\min}^2 \right| = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot i_{\min}}{\ell_{ef}^2} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left( \frac{\ell_{ef}}{i_{\min}} \right)^2} = \left| \lambda = \frac{\ell_{ef}}{i_{\min}} \right| = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

Бұл формула  $E$  тұрақты болған кезде қолданбалы (кернеу пропорционалдық шектен аспаған кезде  $\lambda \geq \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{nn}}}$ )

Иілгіштігі орташа және аз элементтерде орнықтылығын жоғалту серпімді және пластикалық стадияда өтеді  $E_{pl}$ .

Ортасынан сығылған элементтердің орнықтылығын тексеру дегеніміз элемент қимасында пайда болатын кернеуді (есептік күштерден) критикалық кернеулермен салыстыру болып табылады.

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{cr}$$

Есептеуге оңай болу үшін  $\sigma_{cr}$  болатын есептік беріктігімен және бойлық иілу коэффициентімен алмастырады:

$$\sigma = \frac{N}{A \cdot \varphi} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (5)$$

$\varphi$  коэффициенттің мағынасы: ол есептік қарсыласуын (беріктігін) элементтің орнықтылығын сақтайтын шамаға дейін азайтады (критикалық кернеуге дейін)

$$\sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y; \quad \varphi = \frac{\sigma_{cr}}{R_y} \quad (6)$$

$\varphi$  коэффициент  $R_y$  және  $\lambda$  функциясы болып табылады. Оның мәні СНиП 11-23-81\* есептік формулалардан немесе кестеден анықталады.

### 3. Иілген элементтердің шектік күйі және оларды есептеу

Иілген элементтер үшін I топтағы шектеу күйі бойынша беріктігі және орнықтылығы тексеріледі, ал II шектік күй бойынша ауыспалылығы тексеріледі.

#### 3.1. Иілген элементтерді сенімділік шекте есептеу

Бұл кезде шектік күй нормальды және жанама кернеулердің  $\sigma_y$  (аққыштық шегіне) жетуімен анықталады.

Иілген элементтердің беріктігі бір бас жазықтықта иілген кезде келесі формулалармен анықталады:

$$\sigma = \frac{M}{W_{n,\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (7)$$

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot t} \leq R_s \cdot \gamma_c \quad (8)$$

мұндағы:  $R_y$  - материалдың ығысуға есептік кедергісі

$t$  - жанама кернеуді ескерген жердегі элемент қалыңдығы

$S$  - қиманың ығысқан бөлігінің нейтральды осіне салыстырмалы статикалық момент

$J$  - қиманың толық инерция моменті

Иілген элементтердің екі жазықтықта иілген кездегі беріктігі:

$$\left( \frac{M_x}{J_{x1}} \right) y \pm \left( \frac{M_y}{J_{y1}} \right) x \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (9)$$

$x$  және  $y$  – бас өстерге салыстырмалы есептік нүктелердің координаттары.

Нормальды және жанама кернеулердің біріккен әсерінен металлдың аққыштығы оның шектік аққыштығының келтірілген аққыштыққа теңелген кезде анықталады.

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c \quad (10)$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau^2} \leq 1,15 R_y \cdot \gamma_c \quad (11)$$

Элементтің серпімділік стадиясында иілгіштік жүктемеге пропорционал өседі, сонан соң иілгіштік тез өсе бастайды, соңында пластикалық топсал пайда болады, ол элемент өз беріктігін жоғалтты деген сөз.

#### 3.2. Иілген элементті шектелген пластикалық деформация күйінде есептеу

Қимасы тұтас арқалықтарда пластикалық жұмыс ескеріледі және  $\tau < 0,9 R_s$  беріктікке есептеу келесі формула бойынша жасалынады.

$$\frac{M}{c_1 \cdot W_{n,\min}} \leq R_y \gamma_c \quad (12)$$

$c_1$ - коэффициент пластикалық деформациялардың өсуін ескереді.

Егер  $\tau \leq 0,5 R_s$  болса, онда  $c_1 = c$  деп қабылданады. Егер  $0,5 R_s < \tau < 0,9 R_s$  болса, онда  $c_1$  келесі формула арқылы анықталады:

$$c = 1,05\beta \cdot c = 1,05c \sqrt{\frac{1 - (\tau/R_s)^2}{1 - 2(\tau/R_s)^2}} \quad (13)$$

мұнда  $\tau = \frac{Q}{th}$  - орта жанама кернеу;

$\alpha$  - коэффициент: қоставр қималар үшін  $\alpha = 0,7$ , басқа қималарға  $\alpha = 0$ ;

$c$  – коэффициент қима формасына және пластикалық деформациялардың өсу дәрежесіне байланысты қабылданады.

Арқалықтың екі жазықтықта иілген кезде және  $\tau \leq 0,5 R_s$

$$\frac{M_x}{c_x \cdot W_{xm,\min}} + \frac{M_y}{c_y \cdot W_{ym,\min}} < R_y \gamma_c \quad (14)$$

Егер арқалықта таза иілу ауданы пайда болса  $c_1, c_x$  және  $c_y$  коэффициенттердің орнына 12 және 14 формулада

$$c_{1m} = 0,5 \cdot (1 + c); \quad c_{xm} = 0,5 \cdot (1 + c_x); \quad c_{ym} = 0,5 \cdot (1 + c_y) \quad (15)$$

қабылданады.

### 3.3. Иілген элементтердің жалпы орнықтылығын тексеру

Жүктемелер бір бас өстің бойымен түскен кезде элемент осы өс бойынша иіледі. Жүктеменің шамасы критикалық мәнге жеткен кезде иілген элемент өз орнықтылығын жоғалта бастайды.

Арқалықтың жалпы орнықтылығын тексеру дегеніміз қимадағы кернеуді критикалық кернеумен салыстыру

$$\sigma = \frac{M}{\omega} \leq \sigma_{cr}$$

Критикалық кернеу болаттың есептік қарсыласуы  $\varphi_b$  коэффициенті арқылы байланысты:

$$\varphi_b = \frac{\sigma_{cr}}{R_y} \text{ сонда}$$

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W_c} \leq R_y \gamma_c \quad (16)$$

$\varphi_b$  - коэффициент, элементтің жалпы орнықтылығын есептік қарсыласудың мәні арқылы ескеріледі;

$\varphi_b$  - шамасына әсер етеді: жүктеменің арқалық бойына салыстырмалы орналасуы; көлденең қиманың түрі; арқалықтың есептік сызбасы; жүктеме түрі; болат маркасы;

$\varphi_b$  - коэффициентін табу үшін  $\varphi_1$  - коэффициентін анықтау қажет.

$$\varphi_1 = \psi \frac{\sigma_{cr}}{\sigma_m} \left( \frac{h}{l_{ef}} \right)^2 \frac{E}{R_y}$$



мұнда:  $\psi$  -коэффициент кесте бойынша анықталады және оның мәні жүктеменің орналасуына, сығылған белдеушінің бекітілуіне және  $\alpha$  - коэффициентке байланысты.

Егер  $\varphi_1 \leq 0,85$   $\varphi_b = \varphi_1$  (материал серпімділік шегінде жұмыс істейді)

Егер  $\varphi_1 > 0,85$   $\varphi_b = 0,68 - 0,21\varphi \leq 1$  бұл кезде материалда пластикалық деформациялар дамиды.

Иілген элементтің иілімділігі шектік күйдің II-ші тобы бойынша тексеріледі.

$$f/l \leq \left[ \frac{f}{l} \right] \quad (17)$$

Салыстырмалы шектік нормалық (рұқсат етілген) иілгіштіктен кіші болу қажет.

#### 4.Ортасынан тыс сығылған, созылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу

Ортасынан тыс созылған және қысқа ортасынан тыс сығылған элементтердің шектік күйлері оларды беріктігімен және пластикалық деформацияның өсуімен, ал иілгіш ортасынан тыс сығылған элементтердің орнықтылығын жоғалуымен сипатталады.

Беріктігін есептеу. Беріктігі  $R_y > 580 \text{ МПа}$  болаттарға

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{J_{xn}} y \pm \frac{M_y}{J_{yn}} x \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (18)$$

Ортасынан тыс сығылған және созылған элементтерді (беріктігі төмен жұмсақ болаттардан жасалған) беріктігі пластикалық деформацияны ескерумен анықталады.

$$\left( \frac{N}{A_n R} \right)^n \pm \frac{M_x}{c_x W_{x.\min}} \pm \frac{M_y}{c_y W_{y.\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (19)$$

Коэффициент  $n$ ,  $c_x$ ,  $c_y$  – пластикалық деформацияның өсуін ескереді. Олар қиманың түріне байланысты.

Орнықтылығын тексеру. Сығылу күші бұл элементтерде «е» эксцентриситетпен жүктеледі. Элемент бір жағынан сығылып екінші жағынан иіледі. Орнықтылығы келесі формула бойынша есептеледі.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c \quad (20)$$

$$\varphi_e = \frac{\sigma_{cr}^e}{R_y}$$

Бұл жерде:  $\varphi_e$  - орнықтылығын жоғалтуымен байланысқан элементтің көтергіштік қабілетінің төмендеуін ескеретін коэффициент;

$\varphi_e$  - коэффициент мәні басқа коэффициенттерге  $\varphi$ ,  $\varphi_b$  сәйкес;

$\varphi_e$  келтірілген эксцентриситет  $m_{ef}$  және шартты иілімділікпен байланысты  $\bar{\lambda}$ :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E} \quad (21)$$

$$m_{ef} = \eta \cdot m \quad (22)$$

Мұнда:  $\lambda$  - иілімділік,  $m$  - салыстырмалы эксцентриситет  $m = \frac{e}{\rho}$

$e$  – эксцентрисит

$\rho$  - қима ядросының түйінінің радиусы.

$\eta$  - қима түрі әсерінің коэффициенті

Бұл коэффициент кәдімгі төртбұрыш қимадан басқа күрделі қимаға өтуін сипаттайтын коэффициент.

Торлы қимаға  $\varphi_e$  - коэффициент келтірілген иілімділік

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y / E} \quad (23)$$

және салыстырмалы эксцентриситет арқылы СНиП-II-23-81\* 75 кестесімен анықталады.

Егер екі жазықтықта элемент қатаңдығы екі түрлі болса, ал момент қатаңдығы жоғары жазықтықта әсер етсе элемент бұл жазықтықтан тыс жазықтықта орнықтылығын жоғалту мүмкін, сондықтан оны СНиП II-25-81\* бойынша осы жазықтықтағы (момент әсер етіп тұрған жазықтықтан тыс жазықтықта) орнықтылығын тексеру қажет.

$$N / C \varphi_y A \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (24)$$

Мұнда:  $\varphi_y$  - бойлық иілу коэффициентінің ортасынан сығылған элементтерге сәйкес  $\lambda_y$  иілгіштік арқылы анықталады

$c$  – иіліп бұралу кезіндегі орнықтылығын жоғалтуын ескеретін коэффициент

$C$  – коэффициент салыстырмалы эксцентриситет және қима түріне байланысты (сығылған элемент иілу момент әсерінен көтергіштік қабілетінің өзгеруін ескереді).

## 5. Элементтердің жергілікті орнықтылығын тексеру

Қабырғалары жұқа және иілімділігі төмен элементтердің өз орнықтылығын жоғалтқанға дейін оның қабырға және белдеу орнықтылығы жоғалуы мүмкін. Қабырғаның немесе белдеудің орнықтылығын жоғалуы элементтің жұмысын өзгертеді.

Белдеу және қабырғаның орнықтылығының жоғалуы нормальды, жанама және олардың біріккен әсерінен болуы мүмкін.

МК элемент жергілікті орнықтылығының бірнеше жиі кездесетін мысалдарын келтірейік.

Арқалық және ұстын белдеулері – нормальды кернеуленген ұзын пластина.

Бұл элементтің орнықтылығының жоғалуы белдеу шеттерінің толқынды деформациясымен сипатталады.

Пластикалық деформацияны ескермеген кезде  $\sigma_{cr} = R_y$  шартынан белдеудің орнықтылығын келесі формула бойынша анықталады:

$$\frac{b_{ef}}{t} \leq 0,5 \sqrt{E / R_y} \quad (25)$$

бұл жерде:  $b_{ef}$  - шеті шеттелмеген белдеу шығысы. Пластикалық деформацияны ескермеген кезде

$$\frac{b_{ef}}{t} \leq 0,11 \frac{h_{ef}}{t_{\omega}}; \quad (26)$$

$b_{ef} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$  аспау қажет.  $h_{ef}$  - арқалықтың есептік биіктігі

Ұстындарда табақ беттердің жергілікті орнықтылығы ұстынның жалпы орнықтылығына теңеледі:  $\sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$

Сонда 
$$\frac{b_{ef}}{t} \leq (0,36 + 0,10\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (27)$$

$\bar{\lambda}$  - шартты иілімділік

Ортасынан сығылған ұстын қабырғасы – ұзын пластина нормальды біркелкі таралған нормальды кернеуленген. Бұл элементтің орнықтылығын жоғалту деп оның орта жағында толқындық деформациясы деп түсінуге болады. Қабырға орнықтылығы ұстынның жалпы орнықтылығына теңеліп қабырға енінің оның қалыңдығына қатынасы арқылы анықталады:

$$\frac{h_{ef}}{t} \leq \bar{\lambda}_{u\omega} \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (28)$$

Мұнда:  $\lambda_{u\omega}$  - қабырғаның шартты иілімділігі

$\bar{\lambda}_{u\omega}$  анықтайтын формулалар СНиП II-23-81\* 27 кестеде келтірілген.

Ортасынан тыс сығылған ұстындар қабырғасы – бұл кезде эксцентриситеттен пайда болатын момент қиманың бір шетінде нормальды кернеуді азайтады. Бұл жай  $\alpha$ -коэффициентімен ескеріледі.

$$\alpha = \frac{(\sigma - \sigma_1)}{\sigma}$$

$\sigma$ -қабырға шетіндегі ең максимальды сығылу кернеуі.

Егер  $\alpha \leq 0,5$  болғанда (28) формуламен тексеріледі, ал  $\alpha \geq 1$  артық болғанда:

$$\frac{h_{ef}}{t} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha - 1)E}{\sigma (2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 3,8 \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (29)$$

Мұнда  $\beta = 1,4(2\alpha - 1) \frac{\tau}{\sigma}$ ;  $\tau = \frac{Q}{t_{\omega} \cdot h_{\omega}}$  - жанама кернудің орташа мәні

Егер  $0,5 < \alpha < 1$   $\frac{h_{ef}}{t}$  сызықша интерполяция арқылы анықталады. Сығылған

элементтердегі жанама кернеу қабырғаның толқыма түрде орнықтылығын жоғалтуға әкеледі. Бұл кезде орнықтылығын жоғалтуға әкеледі.

Бұл кезде орнықтылығын жоғалту критикалық жанама кернеуді келесі формула бойынша анықталады.

$$\tau_{cr} = 10,3 \cdot \frac{R_s}{\bar{\lambda}_{ef}^2} \quad (30)$$

$\bar{\lambda}_{ef}$  - қабырғаның шартты иілімділігі

Егер кабырға көлденең қатаңдық қырларымен бекітілген болса онда

$$\tau_{cr} = 10,3 \left( 1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \cdot \frac{R_s}{\lambda_{ef}^2} \quad (31)$$

$\mu$  - пластиканың үлкен өлшемінің кіші өлшеміне қатынасы  $\sigma, \tau_{cr}, \sigma_{loc}$  біріккен әсерінен

Орнықтылығы келесі формула бойынша анықталады.

$$\sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc, cr}} \right)^2} + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2 \leq \gamma_c; \quad (32)$$

Пластикалық деформациясын ескерген кезде және  $\sigma_{loc} = 0, \tau \leq 0,9R_s, \frac{A_f}{A_w} \geq 0,25$

$2,2 < \lambda_w < 6$  келесі формула арқылы есептеледі.

$$M \leq R_y \cdot \gamma_c \cdot h_{ef}^2 \cdot t \left( \frac{A_f}{A_w} + \alpha \right) \quad (33)$$

Мұнда  $\alpha = 0,24 - 0,15(\tau / R_s)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3}(\lambda_w - 2,2)^2$

### Бақылау сұрақтар:

1. Ортасынан созылған элементтердің беріктік шарты

А.  $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$

Б.  $\sigma = \frac{M}{W_{n, \min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$

В.  $\sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

Г.  $\sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$

Д.  $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_n}$

2. Ортасынан сығылған элементтердің беріктік шарты

А.  $\sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

Б.  $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$

В.  $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_n}$

Г.  $\sigma = \frac{M}{W_{n, \min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$

Д.  $\sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$

3. Иілген элементтердің беріктік шарттары

А.  $\sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$

$$\text{Б. } \sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$$

$$\text{В. } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$$

$$\text{Г. } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_n}$$

$$\text{Д. } \sigma = \frac{M}{W_{n,\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

4. Иілген элементтердің беріктік жалпы орнықтылығын тепксеру

$$\text{А. } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$$

$$\text{Б. } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_n}$$

$$\text{В. } \sigma = \frac{M}{W_{n,\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

$$\text{Г. } \sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$$

$$\text{Д. } \sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$$

5. Ортадан тыс сығылған және созылған элементтердің беріктік және орнықтылық шарттары

$$\text{А. } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_n}$$

$$\text{Б. } \sigma = \frac{M}{W_{n,\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

$$\text{В. } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$$

$$\text{Г. } \sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$$

$$\text{Д. } \sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$$

6. Орынқтылығы келесі формула бойынша есептеледі.

$$\text{А. } \sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$$

$$\text{Б. } \sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$$

$$\text{В. } \sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$$

$$\text{Г. } \sigma = \frac{M}{W_{n,\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

$$\text{Д. } \sigma_{cr} = \frac{M}{\varphi_o W_c} \leq R_y \gamma_c$$

7. Ұстындарда табак беттердің жергілікті орнықтылығы ұстынның жалпы орнықтылығына теңеледі

А.  $\sigma_{cr} = \frac{M}{\varphi_0 W_c} \leq R_y \gamma_c$

Б.  $\sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

В..  $\sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$

Г.  $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$

Д.  $\sigma = \frac{M}{W_{n,\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$

8. Болаттың критикалық кернеуі

А.  $\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c$

Б.  $\sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c$

В.  $\sigma = \frac{M}{W_{n,\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c$

Г..  $\sigma_{cr} = \frac{M}{\varphi_0 W_c} \leq R_y \gamma_c$

Д.  $\sigma_{cr} = \varphi \cdot R_y$

9. МК илімділік белгісі

А.  $\mu$

Б.  $\tau$

В..  $\lambda$

Г.  $\beta$

Д. Р

10. Қима түрі әсерінің коэффициенті

А..  $\eta$

Б.  $\lambda$

В.  $\rho$

Г.  $\beta$

Д.  $\tau$

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Металлические конструкции. Элементы конструкций. Том I. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Горева В.В., 2-е издание: - М.: Высшая школа, 2001. – 551с.

2. Металлические конструкции. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Беленя Е.И., 6-е издание. – М.: Стройиздат, 1986-560с.

3. СНиП РК 5.04.23-2002г. Нормы проектирования. Строительные конструкции. – Астана, 2003-118с.

## 4 .Дәріс

### Тақырып: «Темірбетонның мағынасы»

Жоспар:

1. Темірбетонның мәні
2. Бетон мен арматураның бірлескен жұмысы
3. Темірбетонның жақсы жақтары мен кемшіліктері
4. Темірбетонның түрлері

#### 1. Темірбетонның мәні

Күштердің әсеріне тұтасып бірлесе жұмыс істейтін бетон мен арматурадан тұратын құрылыс материалын темірбетон деп атайды.

Бетон деп жасанды тас тектес материалды атайды. Бетон материалы қоспа қатқаннан кейін пайда болады. Қоспа құрамына байластырғыш пен толтырғыш материал және су кіреді. Байластырғыш материалы: цемент, гипс, әк, полимер материалдар. Толтырғыштар: жасанды (шлак, керамзит); табиғи – тығыз (шағыл тас, құм); кеуекті (пемза, ұлутас).

Арматура деп – бетонда орналастырылатын болат стержінді атайды. Бетон кез келген жасанды немесе табиғи тас сияқты сығылуға жақсы, ал созылуға өте нашар қарсыласады.

$$R_b \gg R_{bt} \quad (10...20 \text{ есе})$$

$R_b$  - бетонның сығылу кедергісі

$R_{bt}$  - бетонның созылу кедергісі

Арқалық көлденең иілгенде төменгі аймағы созылады, ал жоғарғы аймағы сығылады. Бетонның созылуға нашар қарсыласуы себебінен мұндай арқалықтың күшсалмақтарға көтергіштік қабілеті төмен болады, әрі сығылған аймақтағы бетонның беріктігі толық пайдаланбайды. Егер арқалықтың созылған аймағындағы бетонды арматурамен күшейтсек, онда арқалықтың күшсалмақтарға көтергіштік қабілеті жоғарылайды. Оның себебі арматураның стержіндері созылуға өте жақсы жұмыс істейді. Сондықтан арматура негізінен созылу күштерді, ал бетон сығушы күштерді қабылдауға арналады.

#### 2. Бетон мен арматураның бірлескен жұмысы

Бетон мен болат арматураның бірлескен жұмысын бұл материалдың физикалық және механикалық қасиеттері қолайлы үйлесуіне байланысты:

1) бетон қатқан кезде онымен болат арматураның арасында едәуір ілінісу күштер пайда болады. Сондықтан екі материалда күш түскен кезде бірлесе деформацияланады.

2) бетон мен арматураның сызықтық температуралық коэффициенттерінің мәндері жақын болғандықтан температураның  $100^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі өзгерістері бетонның арматурамен ілінісу беріктігін бұзбайды, яғни бетондағы арматура сырғымайды.

$$\alpha_{st} = 12 \cdot 10^{-6}; \quad \alpha_{bt} = (7 \div 15) \cdot 10^{-6}$$

3) тығыз бетон арматураны коррозиядан, сондай-ақ оттың тікелей әсерінен қорғайды.

### **3. Темірбетонның жақсы жақтары мен кемшіліктері**

#### **Жақсы жақтары:**

- механикалық қасиеттерінің жоғарлығы. Темірбетонның беріктігі мен соққы күшін қабылдау қабілеті, яғни статикалық және динамикалық күшсалмақтарға қарсыласу қабілеті жоғары;
- пайдалануға төзімділігі ұзақ уақытқа жарамдығы. Дұрыс жасалған әрі пайдалану шарттары сақталған жағдайда темірбетонның беріктігі уақыт өткен сайын жоғарылай түседі;
- отқа төзімділігі жоғары. Темірбетон конструкциялары жанбайды және бетон арматураны тез қызудан сенімді қорғап тұрғандықтан өрт кездеріндегі олардың отқа төзімділік дәрежесі жеткілікті;
- сейсмикалық күштерге төзімділігі жоғары. Темірбетонның тұтастығы мен үлкен қатаңдығы оны сейсмикалық күштерге төзімді материалдар қатарына қосады;
- құрылыс жұмыстарының жылдамдығы жоғары, себебі болат конструкцияларға карағанда монтаждық жіктерінің саны темірбетон конструкцияларында өте аз, сондықтан құрылыс салу мерзімі қысқарады;
- эксплуатациялық шығындарының аздығы. Құрылыс жұмыстарының сапасы жоғары болғанда және дұрыс пайдаланылғанда ТБК ұзақ уақыт бойы күрделі жөндеуді қажет етпейді;
- бетон қоспасының пластикалығы (созымдылығы) темірбетонға кез-келген пішін беруге мүмкіндік туғызады, сондықтан архитектуралық, конструкциялық және басқа да талаптарды қанағаттандыруға болады.

#### **Кемшіліктері:**

- темірбетонның үлкен меншіктік салмағы ТБК-ларының экономикалық тиімді аралығының шамасын шектейді;
- үлкен жылу және дыбыс өткізгіштігі. Темірбетонның мұндай жағымсыз ерекшеліктерімен күресу үшін қабырғалар мен төбенің жабын конструкцияларына жылу және дыбыс өткізбейтін материалдарды пайдалануға тура келеді.
- Жарықшақтардың пайда болу қауіптілігі. Жарықшақтар темірбетонның тұтастығын бұзады, сол себепті оның қатаңдығы мен беріктігі төмендейді. Жарықшақтар арқылы сіңген ылғал арматураның коррозияға ұшыратады және конструкцияның қирауына әкеп соғуы ықтимал.

### **4. Темірбетонның түрлері**

Орындалу әдістері бойынша темірбетон:

- а) тұтас, яғни құрылыс объектісінде тікелей тұрғызылатын;
- б) құрастырмалы, яғни зауыттар мен полигондарда дайындалатын;
- в) құрастырмалы-тұтас, яғни құрастырмалы элементтерден тұрғызылатын, бірақ құрылыс басында жекелеген учаскілері бетондалады.

Тұтас ТБК үйлер мен ғимараттардың жекелеген бөлшектері мен элементтерінің пайдалануы аз, сондай-ақ жақын маңайында темірбетон бұйымдары зауытты жоқ



болғанда қолданылады. Тұтас бетонның қолданылуының әрбір жағдайы экономикалық тұрғыдан негізделуі керек, себебі оның мынадай кемшіліктері бар:

- көп еңбек сіңіруді талап ететін әрі қымбат қалыптар мен жабдықтарды тұрғызу қажеттілігі;

- бетонның табиғи жағдайларда қату ұзақтығына тәуелді, құрылыс мерзімдерінің ұзақтығы;

- жұмыстардың маусымдылығы, өйткені бетонды жылытудың арнаулы шараларын жүзеге асыру қажеттілігі көптеген жағдайларда тұтас темірбетонның қысқы уақыттарда дайындалуының экономикалық тиімсіздігіне әкеп соғады;

Егер үйлер мен ғимараттарды құрастырмалы темірбетоннан орындаса, онда тұтас темірбетонның кемшіліктерінен арылуға болады.

**Құрастырмалы темірбетонның мәні** алдын ала зауыттарда дайындалған ірі өлшемді элементтерден тікелей құрылыс басында үйлер мен ғимараттарды тұрғызады.

Динамикалық күшсалмақтарға әсер ететін сейсмикалығы жоғары аудандарда салынатын үйлер мен ғимараттарда, жылу және гидростанцияларда басқа жауапты үйлер мен ғимараттар салынған кезде тоңазытқыштарда құрастырмалы тұтас темірбетон кеңінен пайдаланылады.

### Бақылау сұрақтар:

1. Темірбетонның мәні

А.. сығылуға жақсы, ал созылуға өте нашар қарсыласады.

Б. сығылуға нашар, ал созылуға өте жақсы қарсыласады.

В. сығылуға нашар, ал созылуға өте нашар қарсыласады.

Г. арматураның стержіндері созылуға өте нашар жұмыс істейді

Д. Бетон созылуға жақсы қарсыласады

2. Бетон мен арматураның бірлескен жұмысы неге байланысты?

А.. бетон мен болат арматураның арасында едәуір ілінісу күштер бар, олардың сызықтық температуралық коэффициенттерінің мәндері жақын ,тығыз бетон арматураны коррозиядан қорғайды

Б. бетон мен болат арматураның арасында едәуір ілінісу күштер бар.

В. олардың сызықтық температуралық коэффициенттерінің мәндері жақын

Г. олардың сызықтық температуралық коэффициенттерінің мәндері жақын ,тығыз бетон арматураны коррозиядан қорғайды

Д. тығыз бетон арматураны коррозиядан қорғайды

3. Темірбетонның жетістіктері

А. Темірбетонның беріктігі мен соққы күшін қабылдау қабілеті

Б. пайдалануға төзімділігі

В. отқа төзімділігі

Г. эксплуатациялық шығындарының аздығы

Д.. Алынғылардың бәрі де

4. Темірбетонның кемшіліктері

А. темірбетонның үлкен меншіктік салмағы

Б. үлкен жылу және дыбыс өткізгіштігі

- В. жарықшақтардың пайда болу қауіптілігі
- Г.. жарықшақтардың пайда болу қауіптілігі, үлкен жылу және дыбыс өткізгіштігі, темірбетонның үлкен меншіктік салмағы
- Д. жарықшақтардың пайда болу қауіптілігі, үлкен жылу және дыбыс өткізгіштігі

5. Темірбетонның түрлері

- А.. тұтас, құрастырмалы, құрастырмалы-тұтас
- Б. құрастырмалы-тұтас, құрастырмалы
- В. тұтас, құрастырмалы,
- Г. құрастырмалы
- Д. құрастырмалы-тұтас

6. Жалғыз жұмыстық арматуралы иілген элементте

- А.. Арматура тек қана созылған аймақта орналасады
- Б. Арматура тек қана сығылған аймақта орналасады
- В. Арматура көлденең қиманың шетінде орналасқан
- Г. Арматура көлденең қиманың ортасында орналасқан
- Д. Арматура көлденең қиманың созылған және сығылған аймақта орналасқан

7. Қос жұмыстық арматуралы иілген элементте

- А.. Арматура көлденең қиманың созылған және сығылған аймақта орналасқан
- Б. Арматура тек қана созылған аймақта орналасады
- В. Арматура тек қана сығылған аймақта орналасады
- Г. Арматура көлденең қиманың шетінде орналасқан
- Д. Арматура көлденең қиманың ортасында орналасқа

8. Неге темірбетон арқалықтық көтергіштік қабілеті бетон арқалықтық көтергіштік қабілетімен салыстырғанда жоғары

- А.. Қимадағы арматура созылған күшті қабылдайды
- Б. Арматураның бар болуы қиманың инерция моментін үлкейтеді
- В. Арматураның бар болуы бетонның иілегу беріктігін үлкейтеді
- Г. Арматураның бар болуы бетонның созылуға беріктігін үлкейтеді
- Д. Арматураның бар болуы қиманың кедергі моментін үлкейтеді

9. Иілген ТБЭ-де ұзына-бойлық арматура барлық кезде орналасады:

- А.. Созылған аймақта
- Б. Сығылған аймақта
- В. Барлық аймақта
- Г. Бейтарап аймақта
- Д. Бойлық геометриялық ось бойында

10. Сығылған ТБЭ-дің ұзына-бойлық арматурасы не үшін қойылады:

- А. Элементтердің бетон қимасының өлшемін азайту үшін
- Б. Қиманың инерция моментін үлкейту үшін
- В. Қиманың кедергі моментін үлкейту үшін
- Г.. Сығылған элементтің орнықтылығын жоғарылату үшін

Д. Сығылған элементтің иілгіштігін төмендету үшін

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

## 5. Дәріс

### Тақырып: «Бетонның негізгі физикалық-механикалық қасиеттері»

Жоспар:

1. Жалпы талаптар
2. Бетондарды жекелеген белгілеріне қарай топтастыру
3. Бетонның құрамы
4. Бетонның ширауы мен ісінуі

### 1. Жалпы талаптар

Темірбетон үшін арналған бетон белгілі физико-механикалық қасиеттеріне тиісті болу керек:

- жоғары беріктігі;
- арматурамен жақсы ілінісуі;
- арматураның стержіндеріне қорғаушы бетонның тығыздығы жеткілікті болу керек;

Темірбетонның міндет артуына және эксплуатация жағдайына байланысты бетон арнайы талабын қанағаттындыру тиісті:

- аязға төзімділігі қайта-қайта тондырып және еріткен кезде;
- ыстыққа төзімділігі ұзақ жоғары температураны әлсіреткен кезде;
- коррозияға төзімділігі агрессивтік ортасы әлсіреткен кезде.

### 2. Бетондарды жекелеген белгілеріне қарай топтастыру

Бетон деп байластырғыш материалдың толтырушы заттармен қоспасының қатуынан пайда болған жасанды тасты атайды.

#### а) құрамы бойынша:

- тығыз құрамды, яғни толтырушы заттардың түйірлерінің арасындағы кеңістіктер қатқан байластырғышпен толық толтырылған (94% кем емес) бетон;
- ірі саңылаулы, яғни жоғарыда аталған кеңістіктер бетон қоспасында құмның жеткіліксіз болуынан толық толмаған бетон;
- ұсақ саңылауланған, яғни арнаулы үстемелі цемент – құмдық ерітіндісі тым мол бетон;
- қуысты, яғни бетон қоспасына арнаулы заттарды енгізу арқылы жасалған саңылаулы бетон;

### **б) тығыздығы бойынша**

- аса ауыр бетон (тығыздығы  $2500 \text{ кг/м}^3$  артық);
- ауыр бетон (тығыздығы  $2200\text{-}2500 \text{ кг/м}^3$ );
- жеңілденген (тығыздығы  $1800\text{-}2200 \text{ кг/м}^3$ );
- жеңіл (тығыздығы  $500\text{-}1800 \text{ кг/м}^3$ );
- аса жеңіл (тығыздығы  $<500 \text{ кг/м}^3$  )

### **в) толтырғыш заттарының түрі бойынша**

- тығыз толтырғыш;
- саңылауы толтырғыш;
- арнаулы толтырғыш.

Ірі толтырушысыз бетонды ұсақ түйірлі (күмды) деп атайды. Оның үш түрі бар: А,Б,В (ҚНЖЕ).

### **г) қату жағдайы бойынша:**

- табиғи қатырылған;
- атмосфералық қысымда жылумен өңделген;
- автоклавта жоғары қысыммен өңделген.

### **д) арналуы бойынша:**

- конструкциялық, яғни күшсалмақтарды және өз салмағын көтеретін конструкцияларда қолдану үшін;
- гидротехникалық, яғни судың әрекетіне тұрақты және жиі ұшырайтын конструкциялар үшін;
- ыстыққа төзімді бетон өнеркәсіп агрегаттары мен түтін түтіктері үшін қажет;
- коррозияға төзімді бетон агрессивты ортада жұмыс істейтін конструкциялар үшін қажет;
- жылу өткізбейтін бетон қорғаушы конструкциялары пайдаланылады;
- арнаулы бетон ғимараттарды радиоактивтік сәулеленуден қорғау үшін қажет.

«Бетон және темірбетон конструкцияларын жобалау» ҚНЖЕ нормалы 2.03.01-84 бойынша тым қысқартылған бетонның топтастыру атау мынадай белгіленген:

- 1) ауыр бетон;
- 2) ұсақ дәнді бетон;
- 3) жеңіл бетон

## **3. Бетонның құрамы**

Бетонның беріктігіне және деформациялануына бетонның құрамы үлкен әсер етеді.

Бетонның құрамына әсер ететін фактодың бірі деп су – цементтік ( $W/C$ ) қатынасы болу керек ( $\frac{W}{C} \approx 0,2$ ). Егер  $\frac{W}{C} = 0,5\text{-}0,6$  болса жылжымалы бетондық қоспа деп атайды. Бұл бетонның қоспасының жылжымасы жеткілікті және опалубкаға салуы ыңғайлы.

Егер  $\frac{W}{C} = 0,3\text{-}0,4$  болса қатты бетондық қоспа деп атайды.

Цементтік тастың көптеген саңылау мен капиллярлы толтырғыш дәнектің қуыстары химиялық байланыссыз сумен толтырылады. Саңылаулар мен капиллярлар цементтік тастың  $\frac{1}{3}$  көлем орнын алады.

Сондықтан  $\frac{W}{C}$  - су-цементтік қатынасын азайтсақ, онда цементтік тас уақ тесігі төмендейді және бетонның беріктігі жоғарылайды. Темірбетон конструкция жасайтын зауыттар көбінесе қатты бетондық қоспа қолданады.

Бетонның құрамы – бір текті емес материал. Ол кеңістік тордан құрастырылады. Кеңістік тор цементтік тастан, толтырғыш дәнегінен (шағыл тас, құм) көптеген саңылау мен капиллярдан жиналады.

Бетон – капиллярды уақ тесікті материал. Ол материалдың құрамы тұтастық бұзылған және барлық үш фазада қатысады – қатты, сұйық, газ тәрізді. Бетонда ұзақ уақыт болып өткен процесстер: су баланс өзгеру, цементтік тастың көлемі азайту, кристалдың қиюы өсу шегі. Осы барлық процесстер арқасында бетонға серпімді пластикалық қасиеттер беріледі.

#### 4. Бетонның ширауы мен ісінуі

Бетон табиғи жағдайда қатқан кезде оның көлемі кішірейеді. Осы қасиетті бетонның ширауы деп атайды. Бетон ширалаған кезде сығылады және жарықшақтар пайда болуы мүмкін. Ондай жарықшақтарды – ширау жарықшақтары деп атайды.

Бетонның ширауы оның жас шамасына байланысты: ол құбылыс алғашқы күндері жақсы байқалынады да, жыл шамасындай уақыт өткенде жайлап басылады.

Бетонның ширауы келесі себептермен байланысты:

- цементтің түрі және саны;
- су-цементтің қатынасына  $\frac{W}{C}$  ;
- толтырғыштың дәнегінің ірісіне.

Бетонның ширау әсерінен бастапқы кернеу пайда болады. Бастапқы ширау кернеуін төмендететін бетонның құрамын дұрыс іріктеп алу керек, бетон қаттатын ортасын және бетонның бетін суландыру керек.

#### Бақылау сұрақтар:

1. Аса ауыр бетонның тығыздығы:

- А.  $\rho > 2500 \text{ кг/м}^3$
- Б.  $\rho > 1800 \text{ кг/м}^3$
- В.  $\rho > 2200 \text{ кг/м}^3$
- Г.  $\rho > 500 \text{ кг/м}^3$
- Д.  $\rho > 2800 \text{ кг/м}^3$

2. Ауыр бетонның тығыздығы

- А.  $2200 \leq \rho \leq 2500 \text{ кг/м}^3$
- Б.  $1800 \leq \rho \leq 2200 \text{ кг/м}^3$
- В.  $1800 \leq \rho \leq 2800 \text{ кг/м}^3$
- Г.  $500 \leq \rho \leq 2800 \text{ кг/м}^3$
- Д.  $1800 \leq \rho \leq 2500 \text{ кг/м}^3$

3. Жеңіл бетонның тығыздығы

- А.  $500 \leq \rho \leq 1800 \text{ кг/м}^3$
- Б.  $2200 \leq \rho \leq 2500 \text{ кг/м}^3$
- В.  $1800 \leq \rho \leq 2200 \text{ кг/м}^3$
- Г.  $1800 \leq \rho \leq 2800 \text{ кг/м}^3$
- Д.  $1800 \leq \rho \leq 2500 \text{ кг/м}^3$

4. Бетонның ширауы деп қайсы қасиетті айтады:

- А. Табиғи жағдайда қатқан кезде бетонның көлемі кішірейеді
- Б. Күш салмақтың әсерінен бетонның көлемі кішірейеді
- В. Температура және ылғалдың әсерінен бетонның көлемі кішірейеді
- Г. Күш салмақтың әсерінен бетонның көлемі үлкейеді
- Д. Температура мен ылғалдың әсерінен бетонның көлемі үлкейеді

5. Бетонның ширау шарықшақтарының пайда болу себебі:

- А. Бетонның қалыңдығы бойынша ширау бірқалыпты емес өтеді
- Б. Сыртқы күш салмақтарының әсерінен созылған күштер пайда болады
- В. Басты созушы кернеудің әсері
- Г. Басты сығушы кернеудің әсері
- Д. Ішкі күштердің әсері

6. Бетонның тығыз толтырғыштары:

- А. Шағыл тас
- Б. Керамзит
- В. Пемза
- Г. Аглопфит
- Д. Шла

7. Бетонның тығыз толтырғыштары:

- А. Құм
- Б. Керамзит
- В. Пемза
- Г. Аглопфит
- Д. Шла

8. Бетонның тығыз толтырғыштары:

- А. Қиыршық тас
- Б. Керамзит
- В. Пемза
- Г. Аглопфит
- Д. Шлак

9. Бетонның саңылаулы толтырғыштары:

- А. Керамзит
- Б. Шағыл тас
- В. Құм

- Г. Қиыршық тас
- Д. Ұсақ жұмыр тас

10. Бетонның саңылаулы толтырғыштары:

- А.. Аглопарит
- Б. Шағыл тас
- В. Құм
- Г. Қиыршық тас
- Д. Ұсақ жұмыр тас

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

### 6. Дәріс

#### Тақырып: «Бетонның беріктігі»

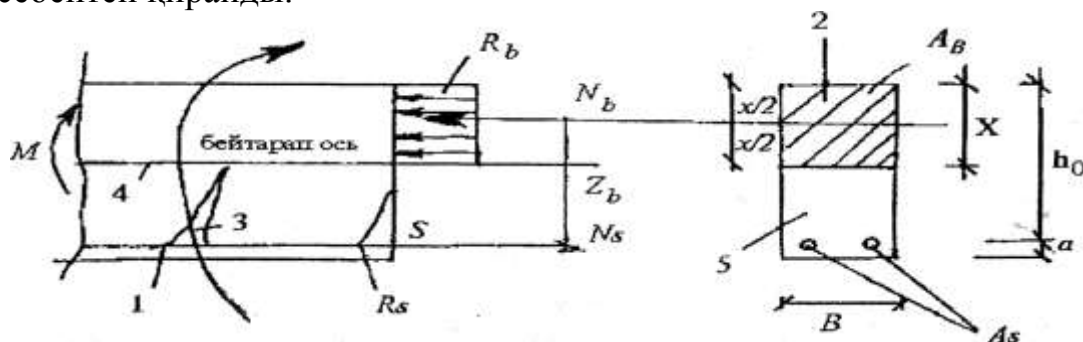
Жоспар:

1. Жалпы мәліметтер
2. Бетонның беріктігіне әсерін тигізетін факторлар
  - 2.1. Қату уақыты мен жағдайы
  - 2.2. Бетон үлгісінің формасы мен өлшемі
  - 2.3. Кернелген күйдің түрі:
    - а) кубтық беріктік –  $R$ ;
    - б) призмалық беріктік-  $R_b$ ;
    - в) бетонның созылу беріктігі -  $R_{bt}$ .
3. Күшсалмақтар әсерінің берілу ұзақтығы
4. Көп мәрте қайталанатын күштердің әсері
5. Бетонның динамикалық беріктігі

#### 1. Жалпы мәліметтер

Бетон бір текті емес материал. Сол себептен сығылу күшсалмақтар әсер еткенде бетонның қатты бөлшектерінде кернеу топтанады. Қуыс пен саңылаулар бар жерде кернеу бір-біріне қосылып көлденең бағыттыңда созылу кернеуі және ұзына бойы бағытында сығылу кернеуі пайда болады.

Сығылу күшсалмақтар әсер еткен кезде көлденең бағытында бетонның жарылуы себептен қирайды.



1.Сурет: 1-жұмыс арматурасы,2-сығылған аймақ,3-жарықша,4-бейтарап ось,5-созылған аймақ.

Бетонның құрамында өте майда микрожарықшақтардың пайда болуын ультрадыбыстық аспаппен анықтауға болады.

$v$  - ультрадыбыстың тербелу жылдамдығы;

$\sigma_b$  - бетонның кернеуі

$R_{crc}$  - микрожарықшақ пайда болу кездегі бетонның сығылу кернеуі

ТБК-ларына міндет артуына және эксплуатация жағдайына байланысты ҚМЖЕ бойынша бетонның келесі көрсеткіштері белгіленген:

1) бетонның сығылуы бойынша кластары – В75; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60 МПа;

2) бетонның созылуы бойынша кластары – В<sub>t</sub>0,8; В<sub>t</sub>1,2; В<sub>t</sub>1,6; В<sub>t</sub>2,0; В<sub>t</sub>2,4; В<sub>t</sub>2,8; В<sub>t</sub>3,2 МПа;

3) бетонның аязға төзімділігі бойынша маркасы – F25.....F500 (цикл)

4) бетонның су өтпейтіндігі бойынша маркасы W2.....W12 (судың шектік қысымы);

5) бетонның тығыздығы бойынша маркасы D800..... D 2400  $\left[ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$

## 2. Бетонның беріктігіне әсерін тигізетін факторлар:

### 2.1. Қату уақыты мен жағдайы

Бетонның беріктігі уақыт өткен сайын жоғарылай береді, бірақ оның жылдамырақ өсуі қатудың алғашқы кезеңінде байқалады, мысалы: портландцементті пайладанғанда бұл кезеңнің ұзақтығы шамасымен 28 тәулікке тең. Одан кейін беріктің өсуі төмендейді, бірақ бірнеше жылдар бойы жоғарылай береді. Ылғалды ортада бетонның беріктігі тезірек өседі: мысалы:

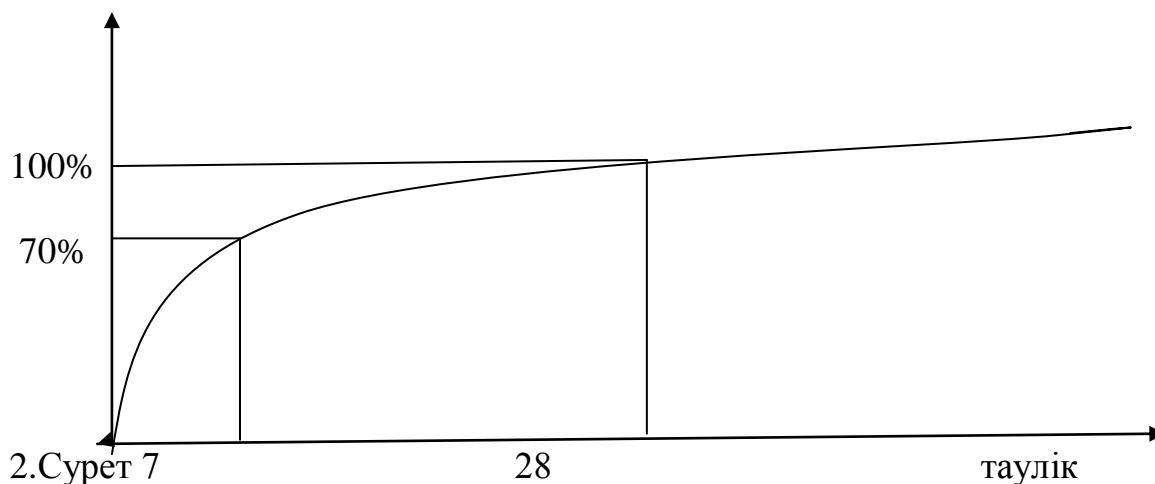
1) Атмосфералық қысымда жылумен өңделген бетон;

2) Автоклавта жоғары қысыммен өңделген бетон.

Осы екі жағдайда бетон проект беріктігін (R) 70%, 1 тәулікте жинайды.



## Бетонның беріктігі



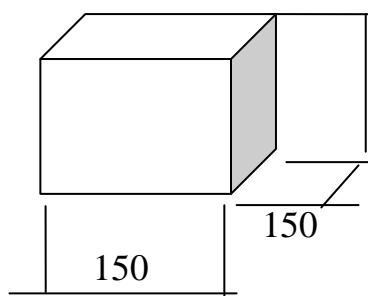
### 2.2. Бетон үлгісінің формасы мен өлшемі

Егер бетон үлгісінің өлшемін кішірейтсек, онда үйкеліс күштерінің әсері, яғни соған байланысты бетонның беріктігі артады, үлкейтсек – азаяды.

Мысалы: стандарт бойынша 15x15x15 тең – беріктігі R

10x10x10 тең – 1,1 R (11%)

20x20x20 тең – 0,93 R (7%)



### 2.3. Кернелген күйдің түрі

Әртүрлі күшсалмақтардың әсерінен пайда болған кернеу жағдайы және кернелген күйдің түріне байланысты бетонның бірнеше сипаттамалары бар:

- а) кубтық беріктік - R
- б) призмалық беріктік –  $R_b$
- в) бетонның созылу беріктігі -  $R_{bt}$

#### а) кубтық беріктік - (R)

$$R = \frac{N}{A}$$

R – бетон кубтардың сығылуға уақытша кедергісі. Бетон кубтары – бетонның көлденең бағытында жарылудан қирайды. Куб пен пресс плитасының арасында үлкен үйкеліс күштері пайда болады. Олар куб үлгісінің көлденең бағытында ұлғаюына мүмкіндік бермейді және бетонда пайда болған жарықшалардың еңкіштеуіне себепкер болады. Бірақ үйкеліс күштерінің бөгет болу әрекеті кубтардың жақтарынан қашықтаған сайын әлсірей береді.

Сондықтан қирағаннан кейін кубтың формасы кішкене табандарымен түйіскен қиылған пирамидаға ұқсайды.

Егер де үйкеліс күштерінің әсерін куб пен пресс плитасының арасын майлау арқылы жойса, онда көлденең деформациялану еркін болады да, куб күштің бағытында параллель пайда болған бойымен жарылатын болады.

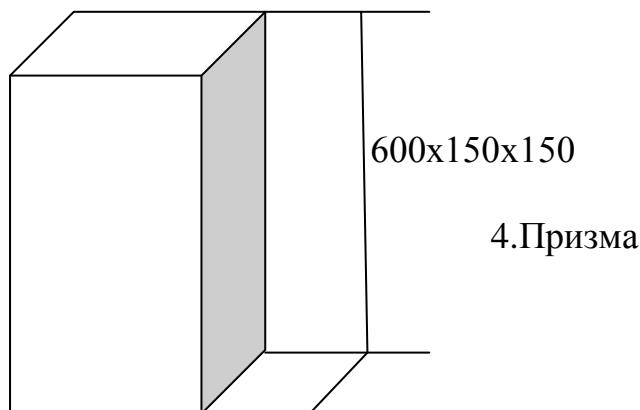
МЕСТ бойынша кубтарды түйісу беттерін майламай сынайды, әрі стандарт өлшем ретінде жақтарын 15 см етіп қабылдайды.

Бірақ конструкциялар ешқашан куб формалас болмайтындықтан, бетонның кубтық беріктігі тек бетонның беріктігін тексеру үшін ғана пайдаланылады және бетонның беріктікке сығылуға класын анықтау үшін  $B = R(1 - 1,64 \cdot \nu) = R(1 - 1,64 \cdot 0,135) = 0,779R$ .

### б) призмалық беріктік – $R_b$

Темірбетон конструкциясының формалары куб формасына ұқсас емес, сондықтан кубтың беріктігін конструкция есептегенде қабылдануға болмайды.

Бетонның сығылған кезде негізгі беріктік сипаттама деп призмалық беріктігі саналады ( $R_b$ ).  $R_b$  – бетон призманың осьтік сығылуға уақытша кедергісі.



Призманы сынау арқылы бетонның призмалық беріктігін тікелей анықтауға болады.

Призманы сынаған кезде призмалық беріктігі кубтың беріктігіне салыстырғанда төмендеу болады. Призманың биіктігі табанының өлшеміне ( $\frac{h}{a}$ ) қатынасы үштен (3) үлкен болса, онда үйкеліс күштері бетон беріктігіне әсерін тигізбейді.

Егер призманың биіктігін табанының өлшеміне қатынасын ( $\frac{h}{a}$ ) көбейтсек  $\frac{R_b}{R}$  қатынасы тұрақтанады және 0,75 тең болады ( $\frac{R_b}{R} = 0,75$ )

Сондықтан призманың биіктігі табанының өлшеміне қатынасы  $\frac{h}{a} = 4$  тең болу керек.

Осы жағдайда призманың иілгіштігі сезінбейді және  $R_b = 0,75R$ .

Егер призманың биіктігі табанының өлшеміне қатынасы  $\frac{h}{a} \geq 8$  аса, онда призманың иілгіштігі сезінеді және призманың беріктігіне әсер береді. Сондықтан МЕСТ бойынша призманың биіктігі табанының өлшеміне қатынасы  $\frac{h}{a} = 4$  тең болу

керек. Бетонның призмалық беріктігі темірбетон конструкцияларын есептеген кезде қабылданады.

**в) бетонның созылу беріктігі -  $R_{bt}$**

$R_{bt}$  - бетонның осьтік созылуға уақытша кедергісі

Бетонның созылу беріктігіне цементтік тас беріктігі және оның толтырғыш дәнегімен ілінісуі әсер етеді.

$(R_{bt})$  –іні  $(R_b)$  салыстырсақ  $R_{bt} \ll R_b$  10...20 есе төмен болады.

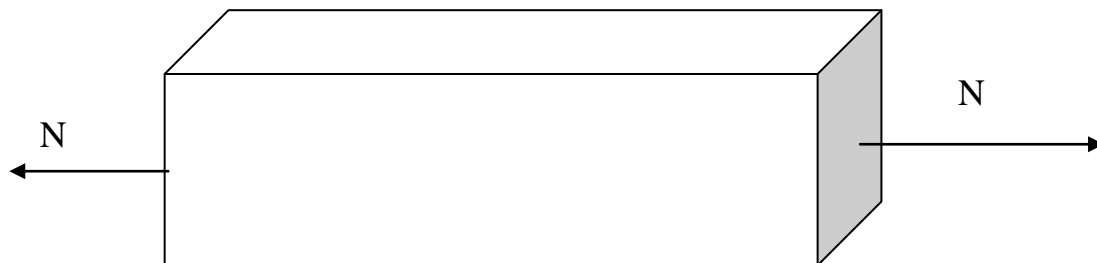
$R_{bt}$  -іні эмпириалық формула арқылы есептеу болады.

$$R_{bt} = 0,233\sqrt[3]{R^2}; R - \text{кубтың беріктігі.}$$

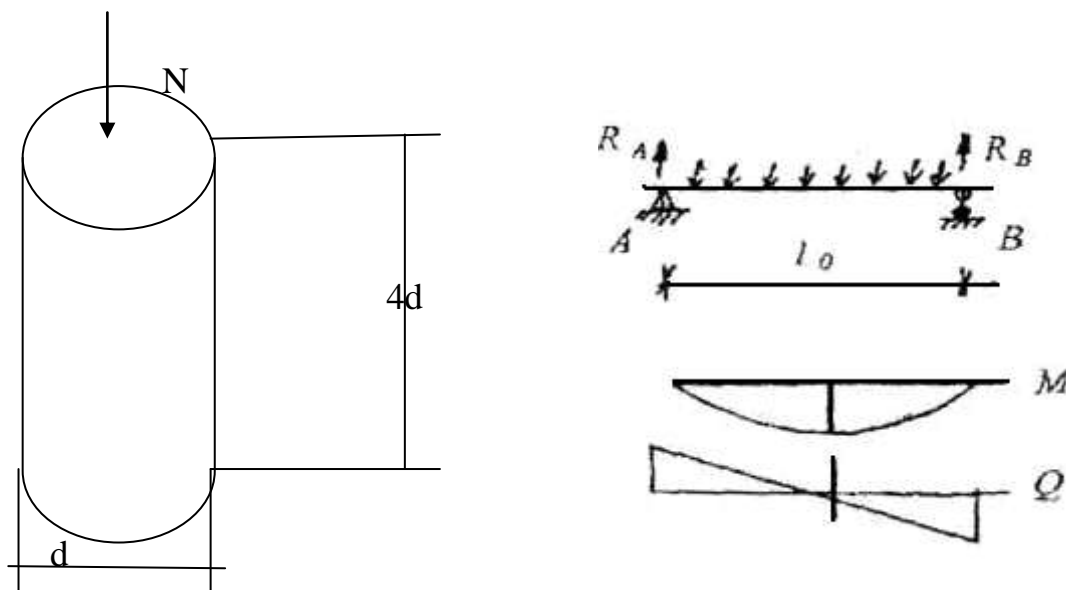
Бетонның құрамы бір текті емес, сондықтан кейбір кезде бұл формула  $R_{bt}$  - шамасы дұрыс есептемейді.

Сондықтан  $R_{bt}$  -шамасын эксперименттік сынау арқылы анықтау керек.

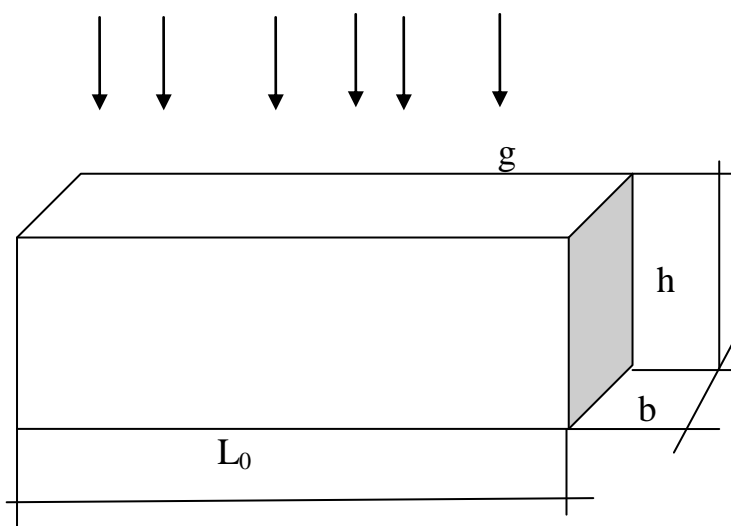
$R_{bt}$  - эксперименттік анықтаудың бірнеше тәсілі бар:



**5.Сурет. Арнаулы үлгілерді созып сынау:**



**6.Сурет. Бетон цилиндрді қысып қирату;**



7.Сурет.Бетон арқалықтарды ию;

$$R_{bt} = \frac{M}{\gamma W} = \frac{6M}{1,7 \cdot bh^2} = \frac{3,5M}{bh^2}$$

$M$  - иілу моменті

$W = \frac{bh^2}{6}$  - тік бұрышты қимасының момент кедергісі

$\gamma = 1,7$  - қиманың созылған аймағында кернеу эпюрасы қисық сызықты түрін еске алатын коэффициенті.

### 3. Күшсалмақтар әсерінің берілу ұзақтығы

Статикалық күшсалмақтар әсерінің берілуі ұзақ болғанда бетон қысқа мерзімдік күшсалмақтарға уақытша қарсыласуына қарағанда аз кернеулерде қирайды. Бетонның ұзақ уақыттың қарсыласу шегі.

$$R_{bt} = 0,9R_b \text{ тең.}$$

### 4. Көп мәрте қайталанатын күштердің әсері

Көп мәрте қайталанатын күштер бетонның сығылуға беріктігін төмендетеді. Оның себебі микрожарықшақтардың дамуының әсеріне байланысты. Бетонның төзімділік шегі ( $R_r$ ) ретінде 2 млн. циклдік база мен шектелген көрсеткіш қабылданған.

$$R_r = 0,5R_b$$

( $R_r$ ) – динамикалық күшсалмақтардың әсері берілетін темірбетон конструкциялары (кран астындағы арқалықтар, көпір конструкциялары) төзімділікке есептегенде қолданылады.

### 5. Бетонның динамикалық беріктігі

Динамикалық күшсалмақтар әсер еткен кезде бетонның уақытша кедергісін ескеріледі ( $R_d$ ).

$R_d$  - деп бетонның динамикалық беріктігін атайды. Динамикалық күшсалмақтар соқпалы және жаратын әсерден пайда болады. Бұл күштердің қасиетті- үлкен өнімділігі және қысқа ұзақтығы. Динамикалық күштердің әсерінен бетон  $R_b$  -ға қарағанда үлкен кернеулерде қирайды.

$$R_d = k_d \cdot R_b$$

$$t = 10^{-1} \quad K_d = 1,2$$

$$t = 10^{-2} \quad K_d = 1,3$$

$$t = 10^{-3} \quad K_d = 1,4$$

Динамикалық күш әсер еткен кезде бетонның энергия тартуы және қысқа ұзақты бетон серпімді жұмыс істейтін себебінен бетонның динамикалық беріктігі өседі.

### Бақылау сұрақтар:

1. Бетонның кубтық беріктігі  $R$  МЕУЛ бойынша қандай үлгілерді сынау арқылы анықталады?

А..15x15x15 см

Б. 20x20x20 см

В. 30x30x30 см

Г. 5x5x5 см

Д. 10x10x10 см

2. Бетонның кубтық беріктігі  $R$

А. -осьтен сығылу кезіндегі

Б. -осьтік созылу кезіндегі

В. -иілу кезіндегі

Г. -осьтен тыс созылу кезіндегі

Д.. -осьтен тыс сығылу кезіндегі

3. Бетонның призмалық беріктігі үшін  $R_b / R$  неге тең?

А.. 0,75

Б. 0,9

В. 0,95

Г. 0,85

Д. 1

4. Бетонның негізгі физикалық қасиеттері

А.. Шөгуді, ісінуі, жылжығыштығы, тот басуға төзімділігі

Б. Тек қана тот басуға төзімділігі

В. Тек қана ісінуі

Г. Тек қана жылжығыштығы

Д. Тек қана шөгуді

5. Бетонның негізгі механикалық қасиеттері

А..  $R$ ,  $R_b$ ,  $R_{bt}$ ,  $R_{Sh}$ ,  $R_{bl}$ ,  $R_r$ ,  $R_d$

- Б.  $R_b, R_{bl}$
- В.  $R_{bt}, R_r$
- Г.  $R_{sh}$
- Д.  $R, R_d$

6. Қатаң бетон үшін W/C неге тең?

- А. 0,3-0,4
- Б. 0,1
- В. 0,15
- Г. 0,20
- Д. 0,25

7. Пластикалық жылжымалы бетон үшін W/C неге тең?

- А. 0,5-0,6
- Б. 0,3
- В. 0,4
- Г. 0,45
- Д. 0,2

8. Бетонда қандай фазалар болады?

- А. Су
- Б. Қатты, сұйық, ауа
- В. Сұйықтық
- Г. Ауа
- Д. Су, ауа

9. Бетонның сығылуға беріктік кластары?

- А. B12.5; B15
- Б. B7.5; B10
- В. B7,5-B55
- Г. B20; B25
- Д. B30; B35

10. Бетонның созылуға беріктік кластары?

- А.  $B_t 2,0$
- Б.  $B_t 1,2$
- В.  $B_t 1,6$
- Г.  $B_t (0,8-3,2)$
- Д.  $B_t 0,8$

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.

3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

## 7. Дәріс

### Тақырып: «Бетонның деформациялануы»

Жоспар:

1. Жалпы мәліметтер
2. Күштік деформациялар
  - 2.1. Күшсалмақтар бір рет әрі қысқа мерзімде әсер еткендегі деформациялар
  - 2.2. Күшсалмақтар тұрақты және ұзақ мерзімді әсер еткендегі деформациялар
  - 2.3. Күшсалмақтар көп мәрте қайталанған кездегі деформациялар
3. Көлемдік деформациялар

#### 1. Жалпы мәліметтер

Бетон қатқан кезде және күшсалмақтардың әсерінен бетонда деформациялардың екі түрі пайда болады:

- 1) күштік деформациялар;
- 2) көлемдік деформациялар.

Күштік деформациялар сыртқы күшсалмақтардың әсерінен пайда болады және олар күшсалмақтардың әсері бойынша бағытталған.

Күшсалмақтардың ұзақтық мерзімділігіне байланысты күштік деформациялардың үш түрі белгілі:

- күшсалмақтар бір рет әрі қысқа мерзімде әсер еткендегі деформациялар;
- күшсалмақтар тұрақты және ұзақ мерзімде әсер еткендегі деформациялар;
- күшсалмақтар көп мәрте қайталанған кездегі деформациялар.

#### 2. Күштік деформациялар

##### 2.1. Күшсалмақтар бір рет әрі қысқа мерзімде әсер еткендегі деформациялар

I – серпімділік деформациялардың ауданы

II – пластикалық деформациялардың ауданы

$\varepsilon_{ub}$  - бетонның сығылуға шектік деформациясы;

$\varepsilon_{ubt}$  - бетонның созылуға ең максималды деформациясы;

$\varepsilon_b$  - бетонның толық деформациясы.

$$\varepsilon_b = \varepsilon_e - \varepsilon_{pe} \quad (1)$$

$\varepsilon_e$  - бетонның сығылуға серпімді деформациясы;

$\varepsilon_{pe}$  - бетонның сығылуға серпімді емес (пластикалық) деформациясы;

Егер кернеудің бір деңгейін алсақ ( $\sigma_b$ ) және жүктеу жылдамдығын үлкейтсек ( $v_1 > v_2 > v_3$ ) онда серпімді емес деформациялар азаяды.

Бетон созылған кезде

$$\varepsilon_{bt} = \varepsilon_{et} + \varepsilon_{pe,t} \quad (2)$$

мұнда:  $\varepsilon_{bt}$  - толық деформация

$\varepsilon_{et}$  - серпімді деформация

$\varepsilon_{pe,t}$  - серпімді емес (пластикалық) деформация.

Бетонның деформативтік сипаттамалары:

$$1) \varepsilon_{ub} = (0,8 - 3,0) \cdot 10^{-3}$$

$$\bar{\varepsilon}_{ub} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (орташа мәні)}$$

$$2) \varepsilon_{ubt} \ll \varepsilon_{ub} \text{ (10...20 есе)}$$

$$\varepsilon_{ubt} 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ (ауыр бетон үшін)}$$

мұндағы:  $\varepsilon_{ub}, \varepsilon_{ubt}$  - бетонның беріктігіне, класына, құрамына және жүктеудің ұзақ мерзімділігіне байланысты.

Бетонның класы үлкейген сайын бетонның сығылуға шектік деформациясы төмендейді, ал бетонның класы төмендеген кезде оның сығылуға шектік деформациясы үлкейеді.

Бетонның бастапқы серпімді модулі тұрақты шама  $E_b = tg \alpha_0$  (3) тек қана серпімді деформацияларға сәйкес келеді ( $\varepsilon_e$ ) және  $\sigma_b = (0,2 - 0,3)R_b$

Бетонның толық деформациясына сәйкес келетін модуль

$$E'_b = tg \alpha = \frac{d\sigma_b}{d\varepsilon_b} \quad (4) \quad (E'_b - \text{тұрақты емес шама})$$

Сол себептен  $E'_b$  есептеген кезде пайдалануға болмайды. ТБК-ларды есептегенде бетонның серпімді – пластикалық модулін пайдаланады.

$$E_{b,pe} = tg \alpha_1 \quad (5)$$

(екі нүктеде қиысатын түзудің  $\alpha_1$ -бұрыштың тангенсі)

Сығылған кезде:

$$\sigma_b = \varepsilon_e \cdot E_b = \varepsilon_b \cdot E_{b,pe} \quad (6)$$

$$E_{b,pe} = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_b} \cdot E_b = \lambda_b \cdot E_b \quad (7)$$

$$\lambda_b = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_b} = \text{серпімді деформация / толық деформация} \quad (8)$$

мұндағы:

$\lambda_b$  - бетонның сығылуға серпімді пластикалық деформацияның коэффициенті

$\lambda_b - (1,0-0,45)$  – күшсалмақтар қысқа мерзімді әсер еткенде

$\lambda_b - (1,0-0,15)$  – күшсалмақтар ұзақ мерзімді әсер еткенде

(9)

$$\text{Созылған кезде: } E_{bt,pe} = \lambda_{bt} E_b \quad (10)$$



$\lambda_{bt} = \frac{\varepsilon_{et}}{\varepsilon_{bt}}$  (11) – бетонның созылуға серпімді пластикалық деформацияның коэффициенті

$E_b$  - призманы сынау арқылы кернеудің деңгейі  $\frac{\sigma_b}{R_b} \leq 0,2 - 0,3$  тең болған кезде анықталады. Бетонның әр класына (В) өзінің  $E_b$  серпімді пластикалық модулі болады.

$E_b$  - эмпирикалық формула бойынша анықтауға болады.

$$E_b = \frac{550000B}{270 + B} \quad (12)$$

Бетонның жылжуға модулі  $C_{Tb} = \frac{E_b}{2(1-\nu)}$  (13)

$\nu = 0,2$  - көлденең деформацияның коэффициенті (Пуассон коэффициенті)

$$C_{Tb} \approx 0,4E_b \quad (14)$$

## 2.2. Күшсалмақтар тұрақты және ұзақ мерзімді әсер еткендегі деформациялар

(0-1) - жүктегенде деформация өсетін участок;

(1-2) -  $\sigma_b = const$  тұрақты болған кездегі серпімді емес деформациялар өсетін участок.

Күшсалмақтар бетонға ұзақ мерзімді әсер еткен кезде  $\sigma_b = const$  және серпімді емес деформациялар уақыт өткен сайын үлкейеді, осы бетонның қасиетін жылжығыштық деп атайды.

Жылжығыштық деформациялар серпімді деформациядан 3-4 есе үлкен болады. Жылжығыштық деформациялар еркін және қысылған түрінде болады. ТБК-ларда жылжығыштық деформациялар қысылған түрінде өтеді, себебі бетон денесіндегі арматуралар байланыс ретінде жылжығыштық деформацияға кедергі жасайды. Арматура бетонда болмаса, онда жылжығыштық деформация еркін түрінде пайда болады.

Бетонда күшсалмақтардың әсерінен ( $\sigma_b^0$ ) кернеу мен деформация ( $\varepsilon_b^0$ ) пайда болады, одан кейін байланыс арқылы үлгіні бекітіп қоямыз. Осы жағдайда бастапқы деформация ( $\varepsilon_b^0 = const$ ) тұрақты болады. Бірақ уақыт өткен сайын бетондағы бастапқы кернеу ( $\sigma_b^0$ ) біртіндеп төмендейді. Бетонның осы қасиетін релаксация деп атайды.

Бетонның жылжығыштық және релаксация қасиеттері ТБК-ларды жүктеген кезде оның жұмысына әсер етеді.

Бетонның жылжығыштығы байланысты:

- су-цементтік қатынасына;
- бетонның беріктігіне;
- бетонның түріне.

### Жылжығыштықтың себептері

- 1) бетон құрамының ерекшеліктері (бір текті емес материал);
- 2) бетондағы қату процестің ұзақ мерзімділігі;
  - егер  $\sigma_b < R_{crc}$  (жарықшақтар пайда болған кездегі бетонның беріктігі), онда жылжығыштық деформациялар сызықты түрінде болады.
  - егер  $\sigma_b > R_{crc}$  (жарықшақтар пайда болған кездегі бетонның беріктігі), онда жылжығыштық деформациялар сызықты емес түрінде болады.

Жылжығыштықтың көрсеткіштері

1) жылжығыштықтың өлшемі ( $C_b$ ):  $\varepsilon_{pe} = C_b \sigma_b$ ;  $C_b = \frac{\varepsilon_{pe}}{\sigma_b} = \frac{\varepsilon_{pe}}{\varepsilon_e \cdot E_b} = \left| \varphi = \frac{\varepsilon_{pe}}{\varepsilon_e} \right| = \frac{\varphi}{E_b}$

2) жылжығыштықтың сипаттамасы  $\varphi = \frac{\varepsilon_{pe}}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_e}{\varepsilon_e} = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_e} - \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_e} = \frac{1}{\lambda_b} - 1 = \frac{1 - \lambda_b}{\lambda_b}$

$$\varepsilon_b = \varepsilon_e + \varepsilon_{pe}$$

$$\lambda_b = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_b}$$

### 2.3. Күшсалмақтар көп мәрте қайталанған кездегі деформациялар

Күшсалмақтар көп мәрте әсер еткенде басындағы жүктеу деңгейі  $\sigma_1 < R_r$ ;  $\sigma_2 < R_r$ . Осы жағдайда серпімді емес деформациялар біртіндеп жиналып, бетонның жылжығыштығы өзінің шектік мәніне жетіп, бетон серпімді жұмыс істеу бастайды ( $\sigma_b < R_r$ )

Егер  $\sigma_b > R_r$  болса, онда бірнеше циклдан кейін серпімді емес деформациялар шексіз өседі және бетон қирауға ұшырайды (« $\sigma_b - \varepsilon_b$ » таңбасы өзгереді).

### 3. Көлемдік деформациялар

Көлемдік деформациялардың себептері – бетонның ширауы, ісінуі және температураға байланысты өзгеруі.

Бетонның ширауы:

- $\varepsilon_{sl} \approx 3 \cdot 10^{-4}$  (ауыр бетон)
- $\varepsilon_{sl} \approx 4,5 \cdot 10^{-4}$  (жеңіл бетон – кеуекті толтырғыштар пайдаланған кезде)

Бетонның ісінуі:

- бұл кездегі деформациялар  $\varepsilon_{sl}$ -дан (2-5) есе төмен болады.

$$\varepsilon_{bi} = \frac{\varepsilon_{sl}}{(2-5)};$$

Бетонның температураға байланысты өзгеруі

Температура өзгерген кездегі бетонның деформациясы сызықты температуралық деформация коэффициентіне байланысты.

$\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5}$  град<sup>-1</sup> – ауыр бетон үшін

$\alpha_{bt} = 0,7 \cdot 10^{-5}$  град<sup>-1</sup> – жеңіл бетон үшін

$t^0 \rightarrow -50^0 C - +50^0 C$  дейінгі өзгеріс ( $\pm 30\%$ )

### Бақылау сұрақтар:

1. Көлемдік деформацияларға жатады:
  - А..Ширау, ісіну және температуралық деформациялар
  - Б. Серпімді және серпімді емес деформациялар
  - В. Қысқа және ұзақ мерзімді әсер ететін күш салмақтарда пайда болған деформациялар
  - Г.Көп мәрте қайталанатын күш салмақтардың әсерінен пайда болған деформациялар
  - Д. Ширау және жылжығыштық деформациялар
2. Бетонның көлемдік деформацияларының себептері
  - А. Бетон ның релаксациясы /кернеудің төмендеуі/
  - Б. Бетонның ширауы
  - В.. Бетонның ширауы, ісінуі, температураның өзгеруі
  - Г. Бетонның температуралық сызықтық деформациялық коэффициенті
  - Д. Бетонның жылжығыштығы
3. Бетонның қату жағдайы бойынша бөлінуі
  - А. Автоклавта
  - Б. Атмосфералық қысымда
  - В. Жылумен
  - Г.. Табиғи, атмосфералық қысымда, жылумен, автоклавта
  - Д. Табиғи
4. Бетонның арналуы бойынша негізгі түрлері?
  - А Тек конструкциялық
  - Б. Тек гидротехникалық
  - В. Тек ыстыққа төзімді
  - Г. Арнаулы
  - Д.. Конструкциялық, гидротехникалық, ыстыққа төзімді, арнаулы
5. Бетонның ширауына әсер ететін факторлар?
  - А. W/C
  - Б. Ылғал жеткіліксіз
  - В. Уақытқа байланысты
  - Г.. Цемент, уақыт, ылғал, W/C
  - Д. Цемент мол болады
6. Бетонның беріктігіне әсер ететін негізгі факторлар?
  - А..Кернелген күйдің түрі, қату уақыты, қататын ортаның ерекшелігі, үлгінің өлшемі
  - Б. Қататын ортаның ерекшелігі
  - В. Кернелген күйдің түрі
  - Г. Қату уақыты
  - Д. Ілгінің өлшемі
7. Бетонның сығылуға беріктік кластары?
  - А. B10

- Б..В7,5-В55
- В. В12.5;В15
- Г. В20;В25
- Д. В30;В35

8 . Бетонның созылуға беріктік кластары?

- А.  $B_t 0,8$
- Б.  $B_t 1,2$
- В.  $B_t 1,6$
- Г.  $B_t 2,0$
- Д..  $B_t (0,8-3,2)$

9. Бетонның аязға төзімділік маркалары?

- А. F 300
- Б. F 60
- В. F 100
- Г.. F (50-500)
- Д. F 50

10. Бетонның су өткізбеушілік қасиеті бойынша маркалары?

- А..W (2-12)
- Б. W 6
- В. W 4
- Г. W 8
- Д. W 2

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1.Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
- 2.Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
- 3.Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
- 4.Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

### 8. Дәріс

#### Тақырып: «Темірбетонның арматурасы»

Жоспар:

1. Арматураны пайдаланудағы мақсат
2. Арматуралық болаттарды жіктеу
3. Арматураның түрлері
4. Арматуралық болаттардың механикалық қасиеттері
5. ТБК-ларда арматураны колдануы
6. Дәнекерленген, тоқылған және сымдық арматуралық бұйымдар

Арматура - деп бетон денесінде орналастырған стержіндерді атайды. Арматура ретінде негізгі болат материалын қолданады. Кейбір кезде арматураның орнына басқа материалды қолданады, мысалы: шыныпластика (стеклопластика) – осы материалдың беріктігі және химиялық төзімділігі жоғары.

Арматура – грек сөзі, аудармасы «қаруландыру».

### **1. Арматураны пайдаланудағы мақсат**

ТБК-ларда бетонның созылуға нашар қарсыласу себебінен, арматура бірінші кезекте созылған күштер әсерін қабылдауға пайдаланылады. Бірақ, арматураның сығылуға беріктігі жоғары болғандықтан оны қажет жағдайларда сығылған конструкцияларды күшейтуге де пайдаланады.

### **2. Арматуралық болаттарды жіктеу**

Арматура негізгі механикалық сипаттамаларына байланысты келесі кластарға бөлінеді:

а) стержіндік арматура А әріппен және римдық санмен белгіленеді А-I, А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI (неғұрлым цифрдың мәні жоғары болса, соғұрлым беріктігі жоғары болады);

б) В-I, В-II, Вр-I, Вр-II – сымдық арматура «В» әріппен және римдық санмен белгіленеді. «Р» әріппен арматураның бетіндегі периодтық профильді белгілейді;

В-I, Вр-I – жай сымдық арматура

Вр-I, Вр-II – жоғары беріктік сымдық арматура

в) К-7, К-19 арқанды арматура, арқандар жеке сымдардан жиналады ( $\phi$  2,3,4,5).

Арматураның әр класына беріктік пен деформациялық қасиеттері бірдей, бірақ химиялық құрамы әр түрлі болаттарға сәйкес келеді.

Мысалы: А-II – болат маркасы ВСт5, 10ГТ, 18Г2С

А-III – болат маркасы 25Г2С, 35ГС, 18Г2С, 20хГ2Ц

А-IV – болат маркасы 20хГ2Ц, 80<sup>0</sup>С

А-V - – болат маркасы 23х2Г2Т

25Г2С – 0,25% көміртек, Г – марганец 2%,

20хГ2Ц - С – кремний, 0,20% көміртек, Х,Г – 2%, Ц-цирконий

### **3. Арматураның түрлері**

Арматураның келесі түрлері белгілі:

а) дайындалу тәсілі бойынша

- ыстықтай өңделген А-I.....А-VI;

- суықтай созылған Вр-I, Вр-II, В-II

- термиялық бекемделген (Т-индексі бар) Ат-III, Ат-IV, Ат-V, Ат-VI

- тартып бекемделген А-IIв, А-IIIв;

б) арматураның бетінің бейнесі

- тегіс беті А-I, В-I, В-II;

- периодтық профильді – А-II (бұранда пішінді), А-III (спиральді пішінді), Вр-I, Вр-II, К-7, К-19.

Арматураның бетіндегі қырлар мен жаншылған жерлер арматура мен бетонның ілінісуін, яғни бірлескен жұмысын едәуір жоғарлатады.

в) арналуы бойынша

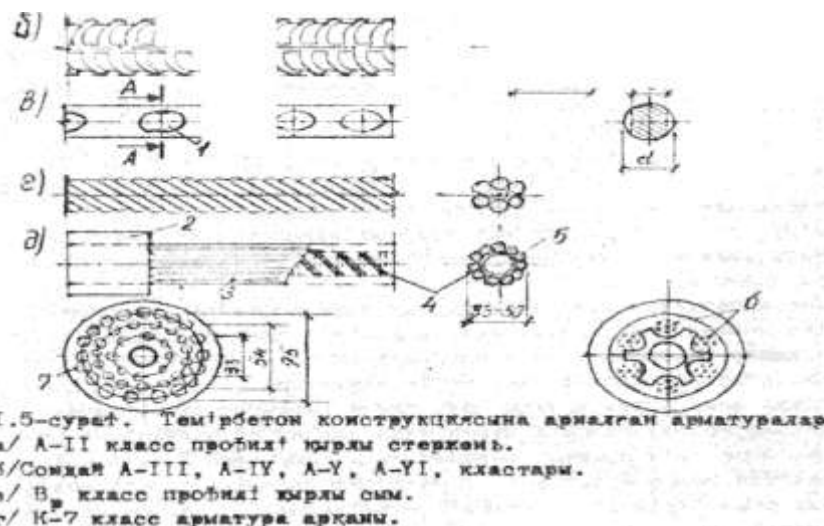
- жұмыстық арматура ТБК-ларда сыртқы күшсалмақтардың және өзінің салмағы әсерінен пайда болған күштерді қабылдауға арналған, жұмыстық арматура қимасының ауданы есептеу арқылы анықталады;
- бөліп таратушы арматура күштерді жұмыстық арматураларға біркелкі бөліп таратуға, олардың бірлескен жұмыстық және жекелеген стержіндердің конструкцияны бетондау кезінде қозғалып кетпеуге қамтамасыз етуге арналған, жұмыстық және бөліп таратушы стержіндер бір-біріне дәнекерленеді немесе тоқыма сымдармен бекітеледі;
- монтаждық (конструктивтік) арматура бөліп таратушы арматура жеткіліксіз болғанда ТБК-ның арматуралық қаңқасын құрастыру үшін арналған;

г) қолдану тәсілі бойынша

- кернелмеген жай арматура;
- кернелген, яғни алдын-ала керілген.

Арматура болаттардың белгісінде қосымша индекстер болады:

- Ат-ІУс дәнекерлеуге рұқсат етіледі;
- Ат-ІУк коррозияға төзімділігі жоғары;
- Ат-ІУ ск дәнекерлеуге болады, әрі коррозияға төзімді



8.Сурет.Арматураның түрлері

#### 4. Арматуралық болаттардың механикалық қасиеттері

Арматуралық болаттардың механикалық қасиеттерін анықтау үшін арматуралық үлгіні созуға сынау қажет. Арматуралық стержінді сынағаннан кейін « $\sigma_s - \varepsilon_s$ » графикті салуға болады. Осы график бойынша  $\sigma_s - \varepsilon_s$  арматураның беріктік және деформациялық сипаттамаларын анықтаймыз.

а) жұмсақ болат

$\sigma_y$  - физикалық аққыштық шегі

$\sigma_u$  - үзілуге уақытша кедергісі

1 - қисық – А-I, А-II, А-III.

2 - қисық – А-IIв, А-IIIв (тартып бекемделген арматура)

$$\sigma_y = \sigma_k$$

Жұмсақ болат (1 қисық) пластикалы және үзілгеннен кейін де біршама созылады (25% дейін). Суық күйінде тарту, болаттардың механикалық бекемделуінің бір түрі деп саналады. Болатты  $\sigma_y$ -тен жоғары кернеуіне  $\sigma_k$  дейін жүктеп, одан кейін жүктеуді аяқтасақ, онда қайтадан тартқан кезде  $\sigma_k$  кернеуі жасанды түрде көтерілген жаңа аққыштық шегі болып табылады (2 қисық).

б) термиялық бекемделген және жоғары қоспалы болаттар

Арматуралық болаттардың беріктігін жоғарлату үшін болатты термиялық бекемдейді. Ол үшін арматураны қыздырады (800-900<sup>0</sup>С) және тез салқындатады (суытады), одан кейін қайтадан қыздырып (300-400<sup>0</sup>С) біртіндеп салқындатады.

Арматуралық болаттардың құрамына көміртегі, марганец, кремний, хром қоспаларын кіргізсек, онда болаттардың беріктігі жоғарлайды.

Осындай болаттарды жоғары қоспалы болат деп атайды.

$\sigma_{0,2}$  - шартты аққыштық шегі

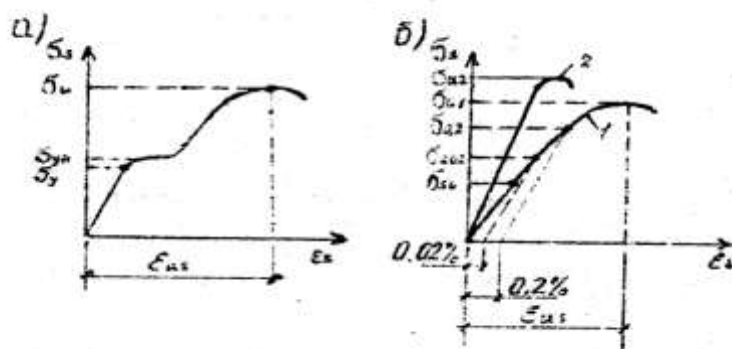
$\sigma_u$  - үзілуге уақытша кедергісі

в) жоғары беріктік сым

Арматуралық болатты тартып бекемдегеннен кейін, яғни сымды көп мәрте тартып созсақ, онда бұл арматураны суықтай созылған арматура деп атайды. Осының нәтижесінде  $\sigma_s - \varepsilon_s$  тәуелділігі үзілгенше сызықты болып шығады, ол беріктік шегі болса біршама артады (4-қисық).

ТБК-лардың күшсалмақтардың әсеріне жұмыс істеуі және арматуралық жұмыстарды механизациялау үшін арматуралық болаттардың төменде аталған қасиеттерінің маңызы үлкен:

- болат пластикалығы төмен болған сайын тиімді пайдалану мүмкіндіктері шектеледі, конструкцияның мөрт қирауы ықтималды артады;
- арматуралық болаттың дәнекерленгіштігі сенімді жалғануымен, жарықшақтардың пайда болмауымен сипатталады;
- суықтай сынғыштық деп болаттың теріс температурада (-30<sup>0</sup>С-тан төмен) мөрт қирауға бейімділігін айтады;
- болаттың реологиялық қасиеттері жылжығыштық пен релаксация арқылы сипатталады; болаттың жылжығыштығы деп – уақыт өткен сайын шамасы тұрақты күшсалмақтардың әсерінен пластикалық деформациялардың артуын айтады; релаксация – бұл арматуралық стержіннің ұзындығы өзгермегенде, яғни деформациялар тұрақты болғанда, кернеудің азаюы.
- арматуралық болаттың шаршап қирауы көп мәрте қайталанатын күшсалмақтардың әсерінен пайда болады;
- арматуралық болатты жоғары температура арқылы қыздырған кезде металлдың құрылымының өзгеруіне, беріктіктің төмендеуіне әкеп соғады;



9. Сурет. Арматураның механикалық қасиеттері

### 5. ТБК-ларда арматураны қолдануы

Жай (кернелмеген) арматура ретінде келесі арматуралық кластары қолданады - А-II, А-III, Ат-III.

Кернелген арматура ретінде – А-IV, А-V, А-VI, А-IIIв, Ат-IV, Ат-V, Ат-VI.

Конструкциялардың ұзындығы 12м аса, онда жоғары беріктік сымдар және арқанды арматураны қолданады – В-II, Вр-II, К-7, К-19.

Дәнекерленген және тоқылған қаңқаларда монтаждық арматура ретінде – А-I, А-II, Вр-I.

Дәнекерленген және тоқылған торлар – Вр-I, В-I, А-III.

### 6. Дәнекерленген, тоқылған және сымдық арматуралық бұйымдар

Дәнекерленген арматуралық торлар бір-біріне перпендикуляр екі бағытта орналасқан және қиылысқан жерлері жанасқан нүктелік дәнекерлеумен байланыстырылған жекелеген стержіндерден тұрады. Бұл стержіндердің ф3-5мм Вр-I; ф6-10мм А-III. Дәнекерленген торлар – орамалық және жазық болады.

Орамалық тордың ұзындығы ораманың салмағымен шектеледі  $C_{Ттор} \leq (900 \div 1300) кг$

Жазық тордың МЕСТ 8478-81 бойынша өлшемдері шектеледі, олардың ұзындығы  $L \leq 9000 мм$ , ал ені  $A \leq 3800 мм$  аспау керек.

Тордың сортамент бойынша белгісі  $T \frac{D-v}{d-u} A_x L \frac{C_1(C_2)}{k}$

мұнда: T - тор;

D – бойлық стержіндердің диаметрі;

v - бойлық стержіндердің адымы;

d - көлденең стержіндердің диаметрі;

u - көлденең стержіндердің адымы

k - көлденең стержіндердің ерікті ұшы;

$C_1, C_2$  - стержіндердің ерікті ұшы;

Тордың бойлық немесе көлденең стержіндері жұмыстық болуы мүмкін. Кейбір тордың жұмыстық арматура ретінде екі бағытта жатқан стержіндері болады. Жұмыстық арматураға перпендикуляр жатқан стержіндер монтаждық деп есептеледі.



Дәнекерленген жазық қаңқалар – бойлық және оларды байланыс-тырушы көлденең стержіндерден тұрады.

$$d'_s - \text{монтаждық} \quad \frac{d_{s\omega}}{d_s} \geq 0,3$$

$d_s$  - жұмыстық

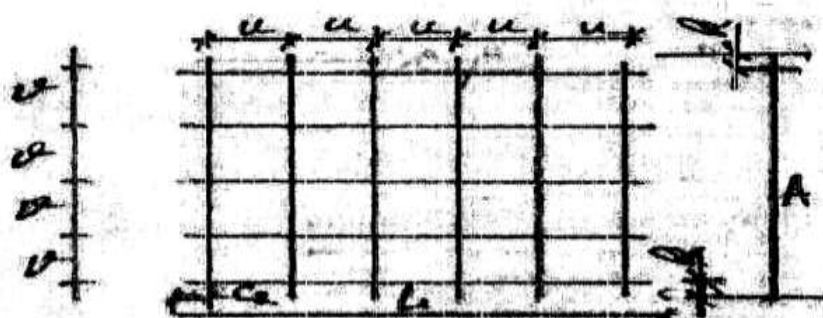
$d_s$  - сортамент бойынша есеп арқылы

Бойлық сержіндер қаңқаның биіктігі бойынша бір қатар (а), екі қатар (б) болады, ал көлденең стержіндердің бір жағында немесе екі жағында (в) орналасуы мүмкін.

Тордың және қаңқаның нүктелік дәнекерлеудің сапасы  $\frac{d_{s\omega}}{s_s}$  қатынасына байланысты. Осы қатнасы  $\frac{d_{s\omega}}{d_s} > 0,3$  төмен болмау керек. Ол үшін қаңқаларды

жобалау кезде пісіріп дәнекерлеу технология шартын орындау керек [Байков В.Н. Железобетонные конструкции, 1991г. – IX кестеде берілген].

Кеңістіктік қаңқалар – жазық қаңқалардан құрастырылады. Осындай қаңқаларды пайдалану арматуралық бұйымдарды дайындау технологиясын жақсартуға мүмкіндік береді.



АРМАТУРАНЫҢ СЫМ БҰЙЫМДАРЫ

#### 10.Сурет. Дәнекерленген арматуралық торлар

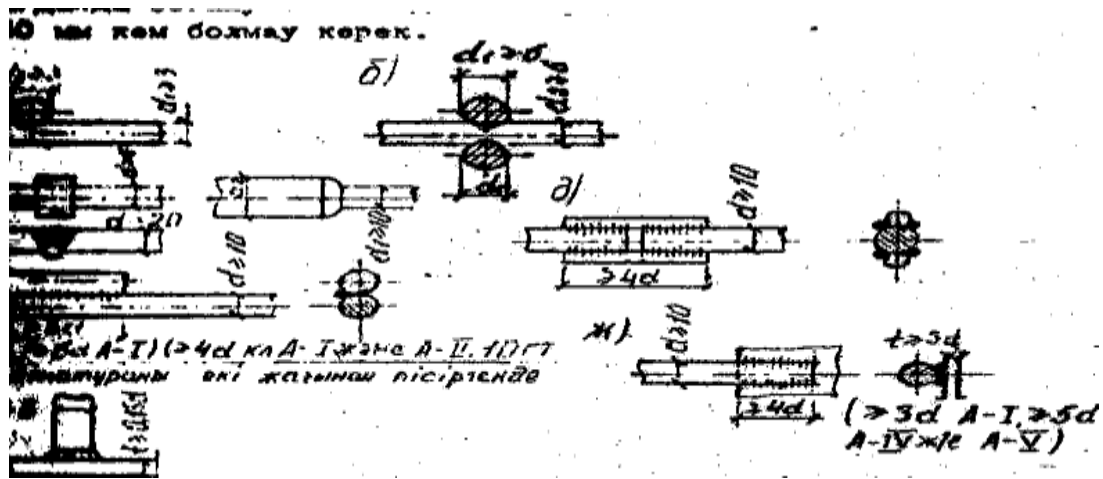
Алдын-ала кернелген конструкциялардың кернелген арматураларын жекелеген сымдардан (В-II, Вр-II), арқандар (К-7, К-19) мен байламдар түрінде жасайды.

Элементтерді жекелеген сымдармен арматуралау көп еңбек сіңіруді қажет етеді, сондай-ақ сымдардың араларында қалдырылған қашықтар – элементтердің қималарын үлкейтуге әкеп соғады. Сондықтан жекелеген сымдардан арматуралық арқан және байламдар жасайды.

Мысалы: К-7, К-19 жеті немесе 19 сымнан жиналған

Арматуралық арқандар - өте тиімді кернелген арматура болып табылады. Арматуралық арқандардың периодтық профильдері олардың бетон мен сенімді ілінісуін қамтамасыз етеді, ал арқандардың ұзын болып келуі, оларды ұзындығы үлкен конструкцияларда қолдануға болады ( $l \geq 9;12\text{м}$ ).

а) Бірқатарлы арматуралық байламдар



11.Сурет. Арматураны біріктіру

- а) Өзекті атматураны біріктіру
- б) Көпқатарлы арматуралық байламдар
- в) 7-сымдық арқанды (К-7) қолданған байламдар
- д) 4 флангылық дәнекер жік
- ж) 2 флангылық дәнекер жік

Байламдар параллель орналасқан беріктігі жоғары сымдардан құрастырылады. Сымдардың саны 24,18,14-ге тең болуы керек. Сымдар шеңбердің бойымен байламдардың ішіне цемент ерітіндісі өте алатындай саңылаулар қалдырыла отырып орналастырылады да, сыртынан жұмсақ сымдармен таңып тастайды. Тым күшті байламдарды сымдардың орнына 7-сымдық арқанды (К-7) қолданады.

### Бақылау сұрақтар:

1. Сымдық және арқандық арматураның кластары?
  - А. А-III, А-II
  - Б. А-I, А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI
  - В. А-II<sub>б</sub>, А-III<sub>б</sub>
  - Г. Ат-IV, Ат-V, Ат-VI
  - Д. В-I, В-II, В<sub>p</sub>-1, В<sub>p</sub>-II, К-7, К-19, К-37, К-61
  
2. Стерженьдік ыстықтай өңделген беті тегіс арматураның классы:
  - А. А-II
  - Б. А-II; А-III
  - В. В<sub>p</sub>-I; А-I
  - Г. А-III
  - Д. А-I
  
3. “Спираль” түрлі периодтық профильді арматураның классы:
  - А. А-III
  - Б. А-III, А-IV, А-V, А-VI
  - В. В<sub>p</sub>-I, А-I, А-II, А-III
  - Г. В<sub>p</sub>-II, А-III, А-IV, А-V
  - Д. А-II

4. “Шырша” түрлі периодтық профильді арматураның классы:

А.. А-III, А-IV, А-V, А-VI

Б. А-II

В. Вр-I, А-I, А-II, А-III

Г. Вр-II, А-III, А-IV, А-V

Д. А-III

5. Сымдық беті тегіс арматураның классы:

А.. В-II

Б. Вр-II

**В. К-7**

Г. А-III

Д. А-I

6. Жұмсақ болаттардан дайындалатын арматураның классы:

А. А-IV, А-V, А-VI

Б.. А-I, А-II, А-III

В. Вр-I, Вр-II, Вр-II

Г. К-7, К-19, А-v

Д. Ат-IV, Ат-V, Ат-VI

7. Қатаң болаттардан дайындалатын арматураның классы:

А. Вр-I, Вр-II, Вр-II

Б. А-I, А-III, А-III

В.. А-IV, А-V, А-VI

Г. К-7, К-19, А-v

Д. Ат-IV, Ат-V, Ат-VI

8. Сымдық болаттардан дайындалатын арматураның классы:

А.. Вр-I, Вр-II, Вр-II

Б. А-IV, А-V, А-VI

В. А-I, А-III, А-III

Г. К-7, К-19, А-v

Д. Ат-IV, Ат-V, Ат-VI

9. Сыртқы беті периодтық профильді жоғары беріктік сымдық арматураның классы:

А.. Вр-II

Б. В-II

В. Вр-I

Г. В-I

Д. К-7

10. Сыртқы беті тегіс жоғары беріктік тік сымдық арматураның классы:

А. Вр-I

Б. Вр-II

В.. В-11

Г. В-І  
Д. К-7

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. І-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

## 9. Дәріс

### Тақырып: «Темірбетон»

Жоспар:

1. Арматура мен бетонның ілінісуі
2. Арматураның бетонда аркерленуі
3. Темірбетонның ширауы мен жылжығыштығы

#### 1. Арматура мен бетонның ілінісуі

Арматура мен бетонның ілінісуі темірбетонның негізгі қасиеті деп саналады.

Арматура мен бетонның ілінісуі үш факторға байланысты:

- 1) бетонның арматураға жабысуы;
- 2) бетонның ширауынан пайда болған қысымнан туындаған үйкеліс;
- 3) арматураның бетіндегі қырлардың бетонға ілінуі.

Арматураның бетонмен ілінісу беріктігі негізінен үшінші факторға байланысты. Осы үшінші фактор арматура мен бетонның ілінісу беріктігін 70-80% қамтамасыз етеді.

Арматуралық стержінді бетоннан тартып алғанда күштер арматурадан бетонға стержіннің бойымен біркелкі тарамайтын жанама кернеулер ( $\tau_{bd}$ ) арқылы беріледі.

Олардың ең үлкен мәні ( $\tau_{bd,max}$ ) элементтің сыртқы жағына жақын аралықта пайда болады және стержіннің бетонда бекітілуі ұзындығына ( $\ell_{an}$ ) тәуелді емес.

Ілінісуді бағалау үшін бекітілу ұзындығы бойына біркелкі таралатын деп қабылданатын жанама кернеудің орташа мәнін пайдаланады.

$$\tau_{bd,m} = \frac{N}{\pi d \cdot \ell_{an}} \quad (1)$$

мұндағы:  $N$  – бойлық күш;  $d$  – стержіннің диаметрі;  $\ell_{an}$  – бекітілу ұзындығы.

Яғни

$$N = \sigma_s \cdot A_s = \sigma_s \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Бойлық күштерді арматурадағы кернеулер арқылы өрнектесек, онда (1) формуладан бекітілу ұзындығы

$$\ell_{an} = \frac{N}{\pi d \cdot \tau_{bd,m}} = \frac{\sigma_s \cdot \pi d^2}{4\pi d \cdot \tau_{bd,m}} = \frac{\sigma_s \cdot d}{4\tau_{bd,m}} \quad (2)$$

Бұл формуладан келесі қорытынды шығаруға болады:

- стержіннің диаметрі мен ондағы кернеу үлкейген сайын оның бекітілу ұзындығы да артады;
  - бекітілу ұзындығын азайту үшін стержіннің диаметрін шектеп, бетонның класын жоғарлатып сондай-ақ периодтық профильді арматураны пайдалану керек.
- Жобалау нормаларда ілінісу күштің шамасы белгіленбейді, бірақ конструкциялау кепілдеме береді, олар арматура мен бетонның сенімді ілінісуін қамтамасыз етеді.

## 2. Арматураның бетонда анкерленуі

Анкерлену деп арматураның ұшын бетонның ішінде бекітілуін айтады. Арматураның анкерленуі ілінісу күштермен немесе арнаулы анкерлық құралдармен немесе бірлесіп ілінісу құралдармен іске асады.

Периодтық профильді арматура стержіндерді анкерлеуі ілінісу күштер арқылы қамтамасыз етеді. Ол үшін арматураның бекітілу аймағының ұзындығы эмпириалық формула (3) арқылы табылады.

$$\ell_{an} = \left[ \frac{\omega_{an}}{R_s / R_b} + \Delta\lambda_{an} \right] \cdot d_s \quad (3)$$

$\ell_{an} \geq \lambda_{an} \cdot d_s$  кем болмауы керек және  $\ell_{an} \geq 20 - 25(\text{см})$

Мұнда:  $\omega_{an}, \Delta\lambda_{an}, \lambda_{an}$  - кесте 1.2 арқылы табылады;

$R_s$  - арматураның есептік кедергісі;

$R_b$  - бетонның осьтік сығуға есептік кедергісі;

$d_s$  - стержіннің диаметрі.

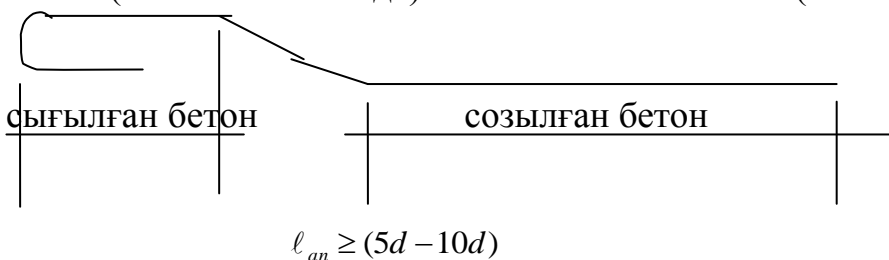
Сығылған бетонда орналастырылатын арматура стержіннің бекітілу ұзындығы 200мм – ден а созылған бетонда орналасқан арматура үшін 250мм кем болмау керек.

$\ell_{an} \geq 200\text{мм}$

(сығылған бетонда)

$\ell_{an} \geq 250\text{мм}$

(созылған бетон)



## 11.Сурет. Арматураны анкерлеу

Егер бекітілу аймағының ұзындығы өте үлкен немесе арматураның беті тегіс болса, онда бекітілу ұзындығын арнаулы құралдар арқылы азайтады.

Арнаулы құралдарға ілгектер, стержіндерді бүгу, қортық стержіндерді жапсармалап дәнекерлеу, стержіннің басын тойтару сияқты құралдар жатады. Алдын-ала кернелген арматураға бекітілу аймағының ұзындығы эмпириалық формуладан (4) табылады.

$$\ell_p = \left[ \frac{\omega_p}{\sigma_{sp} / R_s} + \Delta\lambda_p \right] d_{sp} \quad (4)$$

Мұндағы:  $\omega_p, \Delta\lambda_p$  - 1.3 кестеден алынады.

$\sigma_{sp}$  - алдын-ала кернелген арматураның кернеуі.

Алдын-ала кернелген стержінді бетонда бекіту үшін айтып кеткен арнаулы құралдар және арнаулы бекіткіштер қолданады.

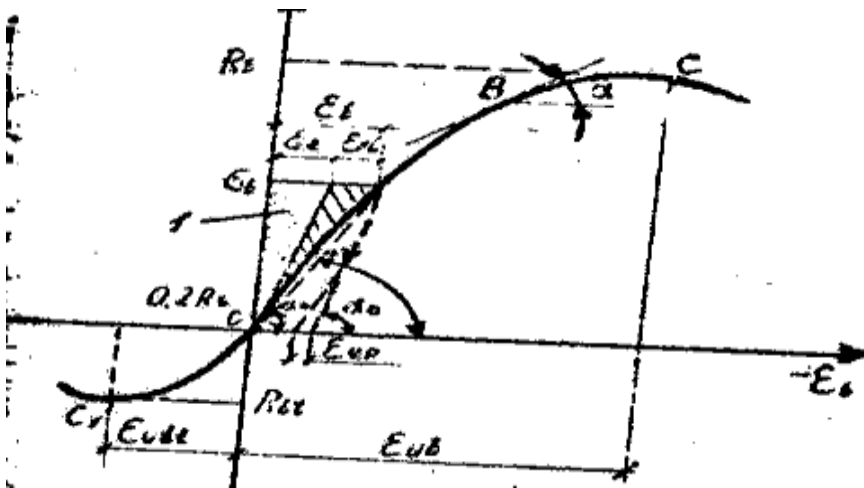
### 3. Темірбетонның ширауы мен жылжығыштығы

а) Темірбетонның ширауы. Бетон үлгіде еркін ширау пайда болады. Темірбетон үлгіде арматураның бетонмен ілінісуі бетонның еркін ширауына бөгет жасайды. Сондықтан темірбетонда бетонның ширауы – қысылған ширау деп аталады.

$\varepsilon_{sl}$  – бетонның еркін ширау деформациясы

$$\varepsilon_{sl} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ (ауыр бетон үшін)}$$

$$\varepsilon_{sl} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ (саңылаулы бетон)}$$



12.Сурет.Бетонның деформациялары

$\varepsilon_{sl,s}$  - бетонның қысылған ширау деформациясы

$\varepsilon_{bt}$  - бетонның созылу деформациясы

Екі деформацияның айырымы:

$$\varepsilon_{bt} = \varepsilon_{sl} - \varepsilon_{sl,s} \quad (5)$$

$\varepsilon_{bt}$  - ның шамасы арматураның мөлшеріне және бетонның беріктігіне байланысты.

Ширау қысымнан бетонда бастапқы созушы ( $\sigma_{bt}$ ), ал арматурада сығушы кернеулер ( $\sigma_s$ ) пайда болады.

$$\sigma_{bt} = \varepsilon_{st} \cdot E'_{bt} - \text{бетондағы созушы кернеу} \quad (6)$$

$$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s = \varepsilon_{s\ell,s} \cdot E_s - \text{арматурадағы сығушы кернеу} \quad (7)$$

ТБ элементе ішкі күштердің тепе-теңдік болып шығатын түрі

$$\sigma_s \cdot A_s = \sigma_{bt} \cdot A_b \quad (8)$$

$A_s$  - арматура стерженнің ауданы;  $A_b$  - бетонның ауданы.

Осы күштердің теңдігінен (8)

$$\sigma_s = \sigma_{bt} \frac{A_b}{A_s} = \sigma_{bt} \frac{1}{\mu} \quad (9)$$

$$\mu - \text{арматуралаудың коэффициенті} \quad \mu = \frac{A_s}{A_b} \quad (10)$$

$$(10) \text{ және } (11) \text{ формуладан } \varepsilon_{bt} = \frac{\sigma_{bt}}{E'_{bt}} \quad \varepsilon_{s\ell,s} = \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (11)$$

Осы деформацияларды (5)-ші формулаға қойсақ

$$\frac{\sigma_{bt}}{E'_{bt}} = \varepsilon_{st} - \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (12)$$

$$\frac{\sigma_{bt}}{E'_{bt}} = \varepsilon_{s\ell} - \frac{\sigma_{bt}}{\mu \cdot E_s} \quad (13)$$

$$\sigma_{bt} \left( \frac{1}{E'_{bt}} + \frac{1}{\mu E_s} \right) = \varepsilon_{s\ell} \quad (14)$$

$$\sigma_{bt} = \frac{\varepsilon_{s\ell}}{\frac{1}{E'_{bt}} + \frac{1}{\mu E_s}} = \frac{\varepsilon_{s\ell}}{\frac{1}{\lambda_{bt} \cdot E_b} + \frac{1}{\mu E_s}} \quad (15)$$

$$\sigma_{bt} = \frac{\varepsilon_{s\ell} \cdot E_s}{\frac{1}{\lambda_{bt}} + \frac{1}{\mu}} \quad (16)$$

$E'_{bt} = \lambda_{bt} \cdot E_b$ ;  $\lambda_{bt}$  - бетонның созылуға серпімді-пластикалық коэффициенті;  $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$  -

келтіру коэффициенті;  $\sigma_{bt} \leq R_{bt}$  (17) – бетонның осьтік созуға есептік кедергісі.

Бұл шартты орындамаса онда бетонда ширау сызаттар пайда болады. Сондықтан бетонның ширауы темірбетон конструкцияларға жағымсыз әсер тигізеді:

- темірбетон конструкцияларға бетонның ширауы бетонда

жарықшақтар тым ерте пайда болуына себепкер болады;  
 - алдын-ала кернелген ТБК-ларда бетонның ширауы кернелген  
 арматураның кернеуін төмендетеді.

ТБК-циясына бетонның ширауынан жағымсыз әсерін азайту үшін ұзын бойлық  
 үйлер мен ғимараттарды жіктермен блоктарға бөледі.

б) Темірбетонның жылжығыштығы.

Бетонның жылжығыштығы нәтижесінде темірбетон жылжығыштығы пайда  
 болады. Арматура бетонның еркін жылжығыштық деформациясына кедергі  
 жасайды. Сондықтан темірбетон жылжығыштығы қысылған жылжығыштығы деп  
 аталады.

ТБ элементте арматура мен бетонның ілінісуі бетон мен арматураның арасында  
 ішкі күштерді қайта бөледі. Уақыт өскен сайын бетонда кернеу төмендейді,  
 арматурада артады. Жылжығыштық деформация шегіне жеткенше бұл процесс  
 үздіксіз пайда болады.

Ішкі күштердің қайта бөлу процестері алғашқы бірнеше айда өнімді өтеді, ал ұзақ  
 уақыт өткеннен кейін (жылдан аса) біртіндеп жайлап басылады.

Ортадан сығылған темірбетон элемент

Арматура мен бетонның ілінісуіне байланысты арматура мен бетонда бойлық  
 деформациялар бірдей

$$\varepsilon_s = \varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E'_b} = \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (18)$$

Арматурада қысылған кернеу  $\sigma_s$

$$\sigma_s = \frac{\varepsilon_s}{E'_b} = \sigma_b \frac{E_s}{E'_b} = \sigma_b \frac{E_s}{\lambda_b \cdot E_b} = \sigma_b \frac{\alpha}{\lambda_b} \quad (19)$$

$$E'_b = \lambda_b \cdot E_b$$

Мұндағы:  $E'_b$  - бетонда серпімді пластикалық деформациясының модулі

$E_b$  - бетондағы серпімді модуль

$$\lambda_b = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_b} = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_e + \varepsilon_{pe}}$$

$\lambda_b$  - бетонда серпімді пластикалық деформацияның коэффициенті

Бетон мен арматурадағы ішкі күштердің теңестіру тепе-теңдігі

$$N = \sigma_b \cdot A_b + \sigma_s \cdot A_s = \sigma_b \cdot A_b + \sigma_b \frac{\alpha \cdot A_s}{\lambda_b} = \sigma_b \cdot A_b \left( 1 + \frac{\alpha \cdot \mu}{\lambda_b} \right) \quad (20)$$

$$\mu = \frac{A_s}{A_b}$$



$$\sigma_b = \frac{N}{\left(1 + \frac{\alpha \cdot \mu}{\lambda_b}\right)} \quad (21)$$

$\eta = \frac{\sigma_b}{R_b}$  - бетондағы кернеудің деңгейі

ТБ элементтерде бетонның жылжығыштығы жағымды және жағымсыз әсер етеді.

Сығылған қысқа элементтерге бетонның жылжығыштығы жақсы жақтан әсерін тигізеді, себебі бетондағы созушы кернеулер азайып, оның себебінен арматурадағы сығушы кернеулер көбейеді. Осының нәтижесінде болаттың беріктігі толығырақ пайдаланылады. Кейбір темірбетон элементтерге бетонның жылжығыштығы жағымсыз әсер етеді. Мысалы: сығылған элементтерде жылжығыштық эксцентриситеттердің үлкеюіне, иілген элементтерде иілістің артуына, ал кернелген конструкцияларда алдын ала кернеулердің азаюына себепкер болады.

Ширау мен жылжығыштық темірбетон элементтерде бір мезгілде болып жатады және олардың жұмысына да әсерлерін бірлесе тигізеді.

### Бақылау сұрақтар:

1. Жұмсақ арматуралық болаттардың негізгі беріктік сипаттамасы:

- А..  $\sigma_y$
- Б.  $\sigma_u$
- В.  $\sigma_k$
- Г.  $\sigma_{0.2}$
- Д.  $\sigma_S$

2. Қатаң (қатты) арматуралық болаттардың негізгі беріктік сипаттамасы:

- А.  $\sigma_y$
- Б..  $\sigma_{0.2}$
- В.  $\sigma_u$
- Г.  $\sigma_k$
- Д.  $\sigma_S$

3. Жоғары беріктік тік сымдардың негізгі беріктік сипаттамасы:

- А..  $\sigma_u$
- Б.  $\sigma_{0.2}$
- В.  $\sigma_y$
- Г.  $\sigma_k$
- Д.  $\sigma_S$

4. Термиялық бекемделген арматуралық болаттардың негізгі беріктік сипаттамасы:

- А.  $\sigma_S$
- Б.  $\sigma_u$
- В.  $\sigma_y$
- Г.  $\sigma_k$

Д..  $\sigma_{0.2}$

5. Арматуралық болаттардың топтастырылуын (класстарға бөлуі):

А. Көлденең қимасының түрі бойынша

Б. Арналуы бойынша

В. Дайындау технология бойынша

Г.. Беріктік бойынша

Д. Дәнекерлеу шарты бойынша

6. Термиялық бекемделген арматуралық болатты өңдейтін тәсіл:

А. Салқын күйінде созылған

Б.. Суарылу

В. Болатты ақыштық шегінен жоғары тарту

Г. Ыстық күйінде прокаттау

Д. Жабыстыру

7. Стерженьді арматураларды классын өңдейтін тәсіл:

А.. Ыстық күйінде прокаттау

Б. Салқын күйінде созылған

В. Болатты ақыштық шегінен жоғары тарту

Г. Ыстық күйінде прокаттау

Д. Жабыстыру

8. Жоғары беріктік тік кластағы арматураларды сымдарды өңдейтін тәсіл:

А. Ыстық күйінде прокаттау

Б. Ыстық күйінде прокаттау

В. Болатты ақыштық шегінен жоғары тарту

Г.. Салқын күйінде созылған

Д. Жабыстыру (наклеп)

9. А-III в стерженьдік арматураны өңдейтін тәсіл:

А. Салқын күйінде созылған

Б.. Болатты ақыштық шегінен жоғары Тарту

В. Ыстық күйінде прокаттау

Г. Ыстық күйінде прокаттау

Д. Жабыстыру (наклеп)

10. ТБК-ларды есептеу үшін шектік күйлер бойынша есептеу тәсілі қай жылдан бері қолданылады:

А.. 1956

Б. 1938

В. 1978

Г. 1961

Д. 1901

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

### 10. Дәріс

#### Тақырып: «Алдын-ала кернелген темірбетон конструкциялары»

Жоспар:

1. Алдын-ала кернелген темірбетонның мәні
2. Алдын-ала кернеу жасаудың тәсілдері
3. Бастапқы кернеудің шамасын тағайындау
4. Бастапқы кернеудің шығындары

Алдын-ала кернелген деп дайындау процесінде беріктігі жоғары арматураны керу арқылы бетонда едәуір сығушы кернеулер туғызылатынын темірбетон конструкцияларды айтады. Бастапқы сығушы кернеулер жүктеменің әсерінен бетонның кейіннен созылатын аймақтарында жаратылады.

Алдын-ала ТБК бірінші Франция 1928ж. жасалынды (инж.Фрейссинэ). КСРО 1932 жасалынды (проф.Михайлов В.В.).

#### 1. Алдын-ала кернелген темірбетонның мәні

Алдын-ала кернелген темірбетонның кернелмеген темірбетонға қарағанда келесі артықшылығы бар:

1) Экономикалық тиімділігі, себебі бұндай элементтерде беріктігі жоғары арматуралар қолданады. Арматураның үлес құны келесі қатнасқа тең  $\eta = \frac{C(\text{руб})}{R_s} = 1$

тоннаның бағасы / есептік кедергісі. Арматураның беріктігін ( $R_s$ ) көбейтсек, онда арматураның үлес құны төмендейді. Сондықтан жоғары беріктік арматура жұмсақ ыстық өңделген арматура (А-I, А-II, А-III) қарағанда пайдалы болып тұр. Жоғары беріктік арматураны алдын-ала кернелген темірбетон конструкцияларда қолданады. Жай темірбетон конструкцияларда жоғары беріктік арматураны пайдалануға болмайды, себебі арматурада жоғары созылған кернеу және үйлесімді ұзарту деформация пайда болған кезде бетонның созылу аймағында жарықшақтар едәуір ашылып конструкцияның қажет эксплуатациялық сапасын жояды.

2) Жарықшақ пайда болу төзімділігінің жоғарымдығы. Осының салдарынан конструкцияның қатаңдығы, динамикалық жүктеме күштерге қарсыласуы, коррозияға төзімділігі және ұзақ уақыт бойына жарамдылығы артады.

Алдын-ала кернелген арқалықта жүктеме күштерден пайда болған созушы кернеулер бетонда тек бастапқы сығушы кернеулер жойылғаннан соң ғана әсер ете бастайды.

$F_{crc1}$  - жай темірбетон арқалықтың жарықшақтың пайда болатын немесе олардың енінің шектеліп ашылатын кезіндегі күштің шамасы

$F_{ser}$  - пайдалану кезінде әсер ететін жүктеменің шамасы (эксплуатациялық жүктеме)

$$F_{crc1} < F_{ser}$$

$F_u$  - қирату жүктеме күштің шамасы

$f_0$  - кері иіліс шамасы

$f_{crc2}$  - иіліс шамасы

$F_{crc2}$  - алдын-ала кернелген арқалықтың жарықшақтың пайда болатын кезіндегі күштің шамасы

$$F_{crc2} > F_{ser}$$

Қорытынды: Алдын-ала кернелген темірбетон элементтер жүктемеге жарықшақсыз немесе ашылу ені шектелген жарықшақтармен жұмыс істейді, ол алдын-ала кернелмеген конструкциялар жарықшақтарымен пайдаланылады, әрі олардың иілістерінің де мәндері үлкен болып келеді.

## 2. Алдын-ала кернеу жасаудың тәсілдері

Алдын-ала кернеу жасаудың екі тәсілі бар:

а) Тіректерге керу. Бұл тәсіл бойынша арматураны бетондауға дейін керіп, тіректерге бекітіп қояды. Сосын бетондалған элементтің бетонның беріктігі  $R_{bp} \approx 0,8R_b$  (70-80%)- ке жеткенде, яғни арматура мен бетон жеткілікті түрде ілініскен соң, керілген арматураның ұштары тіректерден босатылады. Бастапқы ұзындығын қалпына келтіруге тырысқан арматура бетонды қысып сығады. Кішкене және орта аралық конструкцияларда арматураны тіректерге керу тәсіл қолданады.

б) Бетонға керу. Бұл тәсіл бойынша бірінші бетон немесе аз ғана арматураланған элемент дайындап алынады. Бетон элементте кернелетін жұмыстық арматура орналастырылатын өзек немесе саңылау қалдырылады. Өзек пен саңылау жасау үшін опалубкаға болаттан жасалынған кеңірдек трубкалары салынады. Өзектің диаметрі кернелетін арматураның диаметріне қарағанда 5-15мм үлкенірек қабылданады.

Бетон элементтің беріктігі қажетті шамасына жеткенде өзектегі арматура керіледі. Арматураның бір ұшы анкермен бекітіледі, екінші ұшы домкрат арқылы тартылады.

Арматура керіліп, бетон қысып сығылған соң арматура мен бетонның ілінісуін және арматураны коррозиядан сақтау үшін өзекке қысыммен цемент ерітіндісін айдайды.

Бетонға керу тәсілі көп еңбек сіңіруді қажет етеді. Сондықтан оны тіректерге керу қиын немесе тіптен мүмкін болмаған жағдайларда ғана қолданады, мысалы үлкен аралық темірбетон конструкцияларда – ферма, арка, көпір конструкциялары.

Арматураны үш түрлі тәсілмен керуге болады: механикалық, электротермиялық, электротермиялық-механикалық.

1) Механикалық тәсіл бойынша арматураны гидравликалық және механикалық домкраттармен немесе ораушы машиналармен созады.

2) Электротермиялық тәсілді қолданғанда арматура арқылы оны 300-400<sup>0</sup>С дейін қыздыратын ток жібереді. Қызудың әсерінен ұзарған стержіндерді немесе сымдарды суыған кезде қысқаруына бөгет болатын тіректерге бекітіп қояды. Осының нәтижесінде суыған арматурада қажетті бастапқы кернеу пайда болады. Осыдан кейін элементті бетондайды, бетонның беріктігі қажетті шамасына жеткенде арматураның ұштары тіректерден босатылады. Бастапқы ұзындығын қалпына келтіруге тырысқан арматура бетонды қыспақтайды.

3) Электротермиялық-механикалық тәсіл бойынша электротермиялық және механикалық тәсілдер бір мезгілде қолданады. Бұл тәсіл бойынша токпен 300-400<sup>0</sup>С-қа дейін қыздырылған беріктігі жоғары сымды форманың немесе стендтің тіректеріне ораушы машиналардың көмегімен бекітіп қояды. Бұл жағдайда орауға қажет механикалық құралдардың қуатының аса үлкен болуы шарт емес. Суыған соң сымда бастапқы кернеу пайда болады. Осы кернеудің шамасы жартысы механикалық керумен, ал жартысы қыздырылған сымның суымен камтамасыз етеді.

### 3. Бастапқы кернеудің шамасын тағайындау

Арматураның бастапқы керуі болатын түріне, керу тәсіліне байланысты тағайындайды. Әдетте арматураның бастапқы кернеуі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым оның конструкциясының жұмысына оң әсері үлкен болады. Әйткенмен де микрожарықшақтың дамуы мен қыспақ күштердің әсері бетонның қирауына жол берілмеуі керек.

Арматурадағы бастапқы кернеудің шамасы тым жоғары болса, онда келесі қауіп-қатерлік болады:

- сымдық арматура үзілуі мүмкін;
- стерженьдік арматурада едәуір серпімді емес деформация дамуы мүмкін;

Егер бастапқы кернеудің шамасы тым төмен болса онда уақыт өткен сайын бастапқы кернеудің шығындары себебінен арматураның алдын-ала кернелген нәтижесі жойылады.

Сондықтан алдын-ала кернелген конструкцияларды дайындау және пайдалану тәжірибесінің негізгі құрылыс нормалары (мөлшерлері) арматурадағы бастапқы кернеулерді мына аралықтарда тағайындауды ұсынады:

$$\begin{aligned} \sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp} &\leq R_{s,ser} \\ \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} &\geq 0,3R_{s,ser} \end{aligned} \quad (1)$$

Мұндағы:  $\sigma_{sp}$  - арматурадағы бастапқы кернеуі

$R_{s,ser}$  - арматураның шектік күйлердің екінші тобының созылғандағы кедергісі;

$\Delta\sigma_{sp}$  - бастапқы кернеудің мәнінің рұқсат етілген ауытқуы;

$\Delta\sigma_{sp} = 0,05 \sigma_{sp}$  - механикалық тәсіл бойынша арматураны керілген кезде;

$\Delta\sigma_{sp} = 30 + \frac{360}{l}$  - электротермиялық тәсіл бойынша арматураны керілген кезде;

$l$  - стерженьнің ұзындығы (м).

Фактіге негізделген бастапқы кернеу есептік мағынасына қарағанда айырмашылығы болады. Оның себебі әр түрлі өндірістік факторларға байланысты. Сондықтан бұны дәлдік коэффициенті бойынша еске алынады.

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp} \quad (2)$$

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{\Delta\sigma_{sp}}{\sigma_{sp}} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{n}} \right) \geq 0,1 \quad (3)$$

$\gamma_{sp}$  – коэффициенті арматураны керу тәсіліне және керілген стерженьдердің санына ( $n$ ) байланысты.

$n$  - керілген стерженьдердің саны

$\Delta\gamma_{sp}$  - арматурадағы бастапқы шегіне жеткен ауытқуы

$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp}$  формула (+) - плюс деген таңба бастапқы кернеу қолайлы емес әсер тигізгенде қолданады.

(-) - минус деген таңба бастапқы кернеу қолайлы әсер тигізгенде қолданады.

Бастапқы кернеудің шығындарын есептегенде немесе конструкцияның жарықшақтардың ашылуы және деформациясы есептегенде  $\Delta\gamma_{sp} = 0$ .

#### 4. Бастапқы кернеудің шығындары

Арматураның бастапқы кернеу тұрақты болып қалмайды уақыт өзген сайын оның шамасы төмендейді. Осының себебі бастапқы кернеудің шығындарында жатыр. Бастапқы кернеудің шығындары екі түрге бөлінеді:

- элементті дайындау мен оны қыспақтау кезінде бірінші шығындар пайда болады  $\sigma_{los1}$ ;

- бетонды қыспақтаудан соң екінші шығындар пайда болады  $\sigma_{los2}$ .

##### Бірінші шығындар

Бұл шығындар элементті бетондау және бетонның қатуы кезінде пайда болады:

1. Арматурадағы кернеудің релаксациясынан стерженьдерді тіректерге керу кезіндегі шығындар:

а) механикалық тәсіл бойынша

$$\sigma_1 = \left( 0,22 \frac{\sigma_{sp}}{R_{sn}} - 0,1 \right) \sigma_{sp} \quad (\text{жоғары біртекті сымдар және арқандар})$$

$$\sigma_1 = 0,1R_{sn} - 20 \quad (\text{стерженьдік арматура})$$

б) электротермиялық және электротермиялық –механикалық тәсіл бойынша

$$\sigma_1 = 0,05\sigma_{sp} \quad (\text{жоғары беріктік сымдар және арқандар})$$

$$\sigma_1 = 0,03\sigma_{sp} \quad (\text{стерженьдік арматура})$$

Стерженьдерді бетонға керу кезінде  $\sigma_1 = 0$

2) Арматураның ұзын бойындағы температураның айырмасы болған кезіндегі шығындар:

$$\sigma_2 = 1,25\Delta t \quad (\text{бетонның классы B40 және одан төмен болған кезде});$$

$\sigma_2 = 1,0 \cdot \Delta t$  (В 45 және одан жоғары болған кезде);

$\Delta t = 65^0 C$ .

3) Тіректер мен бекіткіштердің деформация болған кезіндегі шығындар:

$$\sigma_3 = \frac{\lambda}{l} E_s \quad (\text{тіректерге керу кезінде})$$

$$\lambda = 2 \text{ мм}$$

$$\lambda = 1,25 + 0,15d$$

$$\sigma_3 = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{l} = E_s \quad (\text{бетонға керу кезінде})$$

4) Арматураны үйкелген кезіндегі шығындар:

$$a) \sigma_4 = \sigma_{sp} (1 - e^{-kx - \mu\theta});$$

$$b) \sigma_4 = \sigma_{sp} \cdot (1 - e^{-0,25\theta});$$

5) Болат опалубка деформациялану кезіндегі шығындар

$$\sigma_5 = \frac{n-1}{2n} \frac{\Delta l}{l} E_s$$

6) Бетонның шапшаң жылжығыштығы болған кездегі шығындар:

$$\sigma_6 = 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}}, \quad \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq \alpha;$$

$$\sigma_6 = 40\alpha + 90\beta \left( \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} - \alpha \right), \quad \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} > \alpha.$$

$\sigma_{bp}$  - бетонды қыспақтаудан пайда болған бетондағы кернеу

1. Кесте

Бетонның класы	$\alpha$	$\beta$
В30 жоғары болған кезде	0,75	1,2
В75	0,7	1,35
В20	0,65	2,5
В15 төмен болған кезде	0,60	2,5

Екінші шығындар

ТБ конструкцияларды пайдалану кезінде бастапқы кернеудің екінші шығындары пайда болады:

7) Арматурадағы кернеудің релаксацияларынан жоғары беріктік сымдарды бетонға керу кезіндегі

$$\sigma_7 = \sigma_1$$

8) Бетонда ширау болған кезіндегі шығындар

$\sigma_8 \rightarrow$  таблица бетонның классына және қату шартына байланысты.

Бетон	Арматураның керу		
	Тіректерге		Бетонға
	Табиғи қатырылған	Атмосфералық қысымда жылумен өңделген	Қату шартына байланысты емес
Ауыр кластар В35 және төмен	40	35	30
В40	50	40	35
В45 және жоғары	60	50	40

9) Бетонда жылжығыштық болған кезіндегі шығындар:

$$\sigma_9 = 150\alpha \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}}, \quad \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \leq 0,75$$

$$\sigma_9 = 300\alpha \left( \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} - 0,5 \right), \quad \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} > 0,75$$

$\alpha = 1$  - табиғи қатырылған бетон үшін;

$\alpha = 0,85$  - атмосфералық қысымда жылумен өңделген бетон үшін.

10) Бетонның үйпалақтану кезіндегі шығындар

$$\sigma_{10} = 30MPa$$

11) Құрама конструкциясының блоктар түйіскен жерлерінің қыспақтау деформация болған кезіндегі шығындар

$$\sigma_{11} = n \frac{\lambda}{\ell}; \quad \lambda = 0,3 \quad \ell - \text{стержіннің ұзындығы};$$

$n$  - керілген арматураның ұзын бойындағы жіктердің саны

Арматураны тіректерге керіген кезде:

$$\sigma_{\text{los1}} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$$

$$\sigma_{\text{los2}} = \sigma_8 + \sigma_9$$

$$\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los1}} + \sigma_{\text{los2}}$$

$\sigma_{\text{los}}$  - қысымды шығындар

Арматураны бетонға керіген кезде:

$$\sigma_{\text{los1}} = \sigma_3 + \sigma_4$$

$$\sigma_{\text{bos2}} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$$

$$\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los1}} + \sigma_{\text{los2}}$$



Қысымды шығындардың шамасы  $\sigma_{\text{los}} = (200 \div 300) \text{ МПа}$ -ға дейін жетуі мүмкін. Нормаларға (мөлшерлерге) сәйкес олардың мәні 100 МПа-дан кем қабылданбайды.

$$\sigma_{\text{los}(\text{min})} \geq 100 \text{ МПа}$$

### Бақылау сұрақтар:

- Темірбетон элементтеріне бетонның жылжығыштығы қандай әсер етеді?
  - Сығылған ТБЭ-да эксцентриситет шамасы үлкейеді, кернелген ТБЭ арматурадағы бастапқы кернеудің шамасы төмендейді, иілген ТБЭ иілу шамасы өседі
  - Жылжығыштық шираумен бірге жұмыс істейді
  - ТБЭ арматура мен бетонның беріктік қасиеті толық пайдаланбауына себепкер болады
  - ТБЭ арматура мен бетонның үлкен деформациялануына себепкер болады
  - ТБЭ арматура мен бетонның арасындағы кернеудің шамасы қайта таралуына себепкер болады
- 8478-81 МЕУЛ бойынша торлардың түрлері?
  - Көлденең, ұзына бойлық және екі бағытта жұмыс істейтін арматуралары бар
  - Тек көлденең жұмыстық арматурасы бар
  - Тек ұзына бойлық жұмыстық арматурасы бар
  - Екі бағытта да жұмыстық арматурасы бар
  - Екі бағытта да монтаждық арматурасы бар
- Арматурадағы бастапқы кернеудің бірінші шығындары.?
  - $\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los}2}$
  - Бұл шығындар ТБК бетондау және бетон қатқан кезде өтеді.  $\sigma_{\text{los}1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4$
  - Бұл шығындар пайдалану кезінде пайда болады.  $\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los}1} + \sigma_{\text{los}2}$
  - Бұл шығындар ТБК дайындау мен оны алдын-ала сығу кезінде пайда болады:  
 $\sigma_{\text{los}1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$  (тіректерді керу),  $\sigma_{\text{los}1} = \sigma_3 + \sigma_4$  (бетонға керу)
  - Бұл шығындар бетонды алдын-ала сығып болғаннан кейін пайда болады:  
 $\sigma_{\text{los}2} = \sigma_8 + \sigma_9$  (тіректерге керу)  $\sigma_{\text{los}2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$  (бетонға керу)
- Арматурадағы бастапқы кернеудің екінші шығындары.?
  - Бұл шығындар бетонды алдын-ала сығып болғаннан кейін пайда болады:  
 $\sigma_{\text{los}2} = \sigma_8 + \sigma_9$  (тіректерге керу)  $\sigma_{\text{los}2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$  (бетонға керу)
  - Бұл шығындар пайдалану кезінде пайда болады.  
 $\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los}1} + \sigma_{\text{los}2}$
  - Бұл шығындар ТБК бетондау және бетон қатқан кезде өтеді.  
 $\sigma_{\text{los}1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4$
  - Бұл шығындар ТБК дайындау мен оны алдын-ала сығу кезінде пайда болады:  
 $\sigma_{\text{los}1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$
  - (тіректерді керу),  $\sigma_{\text{los}1} = \sigma_3 + \sigma_4$  (бетонға керу)  
 $\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los}2}$

5. Бетонның сығылуға серпімді /бастапқы/ деформацияларының модулі

А.  $E_B = \sigma_B / \varepsilon_E = \text{tga}_0$

Б.  $E_B = d\sigma_B / d\varepsilon_B = \text{tga}$

В.  $E_B = \sigma_{bt} / \varepsilon_{et} - E_b = \sigma_b / E_{pl}$

Г.  $E_{B,pl} = v \cdot E_B$

Д.  $E_{bt} = v_{bt} \cdot E_B - E_{bt\text{ pe}} = v_{bt} E_b$

6. Бетонның сығылуға серпімді-пластикалық модулі

А.  $E_{bt} = v_{bt} \cdot E_B$

Б.  $E_{B,pl} = v_B \cdot E_B$

В.  $E_B = \sigma_B / \varepsilon_E = \text{tga}_0$

Г.  $E_B = \sigma_{bt} / \varepsilon_{et} - E_b = \sigma_b / E_{pl}$

Д.  $E_B = \sigma_B / \varepsilon_E = \text{tga}_0$

7. Бетонның созылуға серпімді бастапқы деформацияларының модулі

А.  $E_B = d\sigma_B / d\varepsilon_B = \text{tga}$

Б.  $E_B = \sigma_B / \varepsilon_B = \text{tga}_0$

В.  $E_{B,pl} = v_B \cdot E_B$

Г.  $E_{B,pl} = v_{bt} \cdot E_B$

Д.  $E_{bt} = \sigma_{bt} / \varepsilon_c = \text{tga}_0$

8. Бетонның созылуға серпімді пластикалық модулі

А.  $E_{B,pl} = v_B \cdot E_B$

Б.  $E_{bt} = \sigma_{bt} / \varepsilon_c = \text{tga}_0$

В.  $E_B = \sigma_B / \varepsilon_B = \text{tga}_0$

Г.  $E_{bt,pl} = v_{bt} \cdot E_B$

Д.  $E_B = d\sigma_B / d\varepsilon_B = \text{tga}$

9. Құрылыс конструкцияларының есебі қазіргі кезеңде қандай тәсіл бойынша орындалады?

А. Математикалық есептеу әдісі

Б. Шектік күйлер бойынша есептеу әдісі

В. Мүмкіндік кернеу бойынша есептеу әдісі

Г. Вариациялық әдіс

Д. Қиратушы күштер бойынша есептеу әдісі

10. Шектік жағдайлар тәсілі бойынша (I тобы) қандай есептер орындалады?

А. ТБК-ның пайдалануға жарамдылығы анықталады

Б. ТБК-ның көтергіштік қабілеті анықталады

В. Беріктікке, орнықтылыққа, төзімділікке

Г. Деформациялар анықталады

Д. Жарықшақтардың пайда болуы бойынша, жарықшақтардың ашылуы бойынша, орын уыстыру бойынша

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

### Лекция 11

**Тақырып: «Темірбетон кедергісі теориясының эксперименттік негіздері. Темірбетон конструкциялардың есептеу әдістері»**

Жоспар:

1. Жалпы мәліметтер
2. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың үш кезеңі
  - 2.1. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың бірінші кезеңі
  - 2.2. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың екінші кезеңі
  - 2.3. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың үшінші кезеңі
3. Мүмкіндік кернеу бойынша есептеу әдісі
4. Қиратушы күштер бойынша есептеу әдісі
5. Шектік күйлер бойынша есептеу әдісі
  - 5.1. Шектік күйлердің бірінші және екінші тобы
  - 5.2. Күшсалмақтар мен әсерлер
  - 5.3. Бетонның мөлшерлік және есептік кедергілері
  - 5.4. Арматураның мөлшерлік және есептік кедергілері

#### 1. Жалпы мәліметтер

Құрылыс конструкциясын кез келген есебі үш жағынан талқыланады: статикалық, геометриялық, физикалық тұрғыдан.

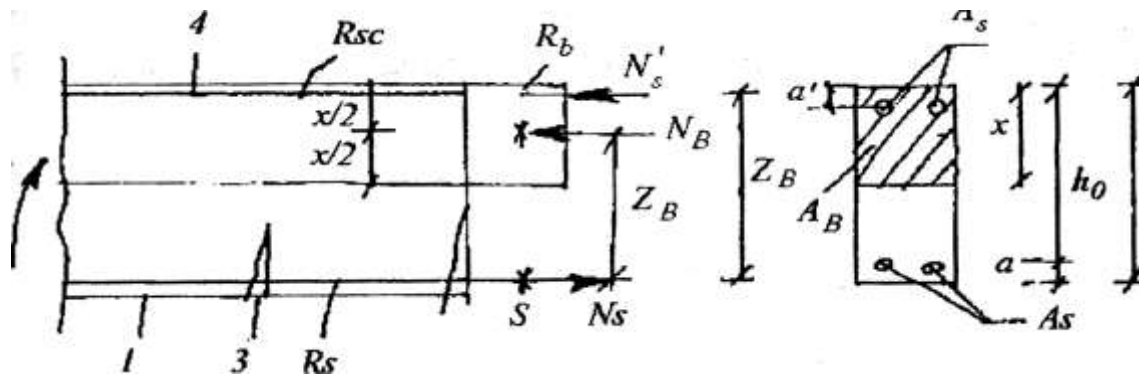
Статикалық тұрғыдан қарағанда конструкцияға әсер еткен күшсалмақтар мен күштің  $(q, F)$  және кез келген қимасындағы ішкі күштермен  $(M, N, Q)$  байланыстылығы белгіленеді. Мұндағы:  $q$ -біркелкі таратылған күшсалмақтар;  $F$ -жинақталған күшсалмақтар;  $M$  – июші момент;  $N$ -ұзына бойлық күш;  $Q$ -көлденең күш.

1- тік жарықшақтар

2- көлбеу жарықшақтар

Геометриялық тұрғыдан қарағанда конструкцияның ауыстырулары мен  $(f, \frac{1}{r})$

деформация  $(\varepsilon)$  ара қатысы белгіленеді ( $f$ -иіліс;  $\frac{1}{r}$ -қисықтық).



12.Сурет

Физикалық тұрғыдан материалдың « $\sigma$ - $\varepsilon$ » кернеу мен деформация арасындағы тәуелділігі белгіленеді.

Конструкция тамаша-серпімді материалдан жасалса, мысалы арқалық (1а-суретте), онда бұл конструкцияға келесі теңдеулер әділді болады.

$$M = q(\ell - x) \frac{x}{2} \quad (1) \text{ – статикалық тұрғыдан алынған формула;}$$

$$\varepsilon = y \cdot \frac{1}{r} \quad (2) \text{ – жазық қиманың гипотезасынан алынған теңдеу;}$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (3) \text{ – Гук заңынан алынған байланыс;}$$

2,3-теңдеуден белгілі байланыс шығады

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot y \left( \frac{1}{r} \right) = E \cdot y \frac{M}{EJ} = \frac{M}{W} \leq [\sigma] \quad (4)$$

$[\sigma]$ - кернеудің шегі

$$f = \varphi \cdot \left( \frac{1}{r} \right) \ell^2 \leq [f] \text{ – иілістің шегі} \quad (5)$$

$\frac{1}{r}$  - қиманың қисықтығы;

$\varphi$  - элементтің бекітілу жағдайы мен жүктелу түрін ескеретін коэффициент.

Темірбетонның қасиеттері серпімді материалға қарағанда көп айырмашылығы бар. Темірбетон серпімді-пластикалық материал болғандықтан әрі оның бойынша жарықшақтардың пайда болуына байланысты, темірбетондағы кернеулер мен деформация арасындағы тәуелділік сызықтық заңға (Гук заңы) бағынбайды. Серпімді материалға қолданған формулаларды темірбетонға қолдануға болмайды. Сондықтан темірбетон конструкциясының есеп әдісін дамыту үшін кеңінен эксперименттік мәліметтер қолданады. Бұл мәліметтер арнайы ғылыми тәжірибесінен алынады.

1б-суретте темірбетон арқалық көрсетілген. Күшсалмақтар әсер еткенде арқалықтың ұзына бойында тік және көлбеу жарықшақтар пайда болады. Бірінші жарықшақтарға тік кернеулер ( $\sigma_x$ ), ал көлбеу жарықшақтарға басты созылу кернеулер ( $\sigma_m$ ) себепкер болады. Тік немесе көлбеу жарықшақтардың дамуынан арқалықтың қирауы мүмкін.

Темірбетон кедергісі теория тәжірибелік мағлұматтар мен қатты дене механикасы заңдарының негізінде құрылады және күшсалмақтар әсерінен элементтердің нақты кернеулік-деформациялық жағдайына сүйенеді.

## **2. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың үш кезеңі**

Темірбетон элементтердің жұмысын зерттеу үшін істелінген тәжірибелер күшсалмақтың жайлап өсуі кезінде кернеулік-деформациялық жағдайдың үш кезеңін байқауға болады. Кернеулік-деформациялық жағдайдың үш кезеңіне иілген, тыс сығылған және тыс созылған элементтерде байқауға болады. Сондықтан жұмыс істеу ерекшелігін және оның қирау сипатын түсіну үшін қарапайым қос тіректі арқалықтың сыртқы екі күшінің әсерінен пайда болған таза иілу аймағындағы кернеулік-деформациялық күйдің кезеңдерін қарастырайық.

### **2.1. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың бірінші кезеңі**

Күшсалмақтың шамасы аз болғанда бетон мен арматурадағы кернеулер азғантай және бетондағы деформациялар негізінен серпімді сипатта болады.

Кернеулер мен деформациялар арасындағы тәуелділік сызықтық болады және қиманың сығылған және созылған аймақтарындағы бетондағы тік кернеулердің эпюрасын үшбұрышты деп қабылдауға болады.

Күшсалмақтардың әрі қарай өсуіне байланысты қиманың созылған аймағындағы бетонда пластикалық деформациялар дами бастайды, мұндағы кернеулердің эпюрасы қисық сызықты пішін қабылдайды, бетондағы кернеулер бетонның созылуға беріктік шегіне ( $R_{bt}$ ) тең болады. Сығылған аймақтағы бетон негізінен серпімді деформацияланатын болғандықтан кереулердің эпюрасы әлі де болса үшбұрыш болып қала береді. Бұл кернеулік-деформациялық жағдай күйі – I а кезеңі деп аталады.

$\sigma_{bt} = R_{bt}$  - тең болғанда созылған аймақта сызаттар пайда болады және жаңа сапалы жағдай басталады (Ia кезеңі).

### **2.2. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың екінші кезеңі**

Бұл кезең күшсалмақтың әрі қарай ұлғаюы себепті созылған аймақтағы бетонда сызаттардың пайда болуынан кейін басталады.

Сызаттар пайда болған тұстардағы бетон жұмыстан шығып қалады да, созушы күштерді тек арматура мен сызаттың үстіндегі созылған аймақтағы бетон қабылдайды.

Жүктеме күштердің өсуі нәтижесінде сығылған аймақтағы бетонның пластикалық деформацияларының артуына байланысты тік кернеулердің эпюрасы қисық сызықты пішін қабылдайды. II кезеңнің соңы арматурада көрнекті пластикалық деформацияларының бастауымен сипатталады.

### **2.3. Кернеулік-деформациялық жағдайлардың үшінші кезеңі**

III-кезең элементтің қирау күйін сипаттайды.

Созылған арматураның мөлшеріне қарай қираудың екі жағдайы кездеседі.

1-жағдай. Арматура қимасының ауданы жеткілікті дәрежеде болған кезде арқалықтың қирау созылған арматурада басталып, сығылған аймақтағы бетонның уатылуымен аяқталады.

Жұмсақ болаттан жасалған арматуралардағы кернеулер не физикалық ( $\sigma_y$ ), не шартты ( $\sigma_{0,2}$ ) аққыштық шегіне жетеді. Осының салдарынан жарықшақтың ені мен ұзындығы қарқынды түрде үлкейгендіктен бетонның сығылған аймағының биіктігі ( $x$ ) кішірейеді де кернеулер сығылуға беріктік шегіне ( $R_{bn}$ ) тез жетеді. Мұндай қирау пластикалық сипатта болады.

Егер элементтің арматурасы жоғары беріктік болаттан жасалған болса, онда арматураның бірге үзілуімен сығылған аймақтағы бетон да уатылады. Бұл жағдайда элемент морт қирайды.

2-жағдай. Егер элемент қимасындағы арматураның шамасы тым көп болса, онда қирау сығылған аймақтағы бетоннан басталады. Бұл сәтте созылған арматурадағы кернеулердің шамасы оның беріктік шегінен төмен болады  $\sigma_s < \sigma_y; \sigma_{0,2}; \sigma_u$ .

2 жағдай бойынша қирау морт сипатта болады. Элементтің қирауы 2 жағдай бойынша болғанда арматуралық болаттардың қасиеттері толық пайдаланбайды.

### Алдын ала кернелген темірбетон элементі

Алдын-ала кернелген темірбетон элементтерде күшсалмақ әсер бермеген кезінде кернелген арматура барлық қиманы немесе қиманың бөлімін сығады. Күшсалмақ әсер берген соң сығылған кернеу төменгі аймақта азая бастайды. Жүктеме салмақтың нәтижесінде төменгі аймақта сығылу кернеуі жойылады. Одан кейін кернеулік-деформациялық күйдің үш кезеңін байқауға болады.

Алдын-ала кернелген темірбетон элементтердің ерекшелері негізінде I кезеңде байқалынады, бұдан кейін кернеулік-деформациялық күйдің II, III кезеңі қайталанатын болады. Алдын-ала кернелген темірбетон элементтердің  $M_{crc}$ -ұлғаяды.  $M_{crc}$  - алдын-ала кернелген элементтердің жарықшақтың пайда болатын кезіндегі июші моменттің шамасы.

### 3. Мүмкіндік кернеу бойынша есептеу әдісі

Мүмкіндік кернеу бойынша есептеу әдісі 1938 жылға дейін қолданды. Есептеу әдістің негізі ретінде кернеулік-деформациялық күйдің II кезеңі алынған. Бұл әдіс бойынша келесі алғашқы шарттар қабылданған:

- 1) созылған аймақта бетон жұмыс істемейді, созылған кернеуді тек қана арматура қабылдайды;
- 2) созылған аймақта бетонның қарсыласуы ескерілмейді;
- 3) сығылған аймақта бетон серпімді жұмыс істейді, Гук заңы бойынша кернеулер мен деформация арасындағы тәуелділік сызықтық заңға бағынады;
- 4) жалпақ қиманың гипотезасы қолданады (иіліске дейін және иілгеннен кейін де тік, көлденең қима жалпақ болып қалады).

Бұл әдіс бойынша элементтің келтірілген көлденең қиманы қолданады.

$$A_{red} = A_b + \alpha \cdot A_s$$

Арматураның қимасының ауданы ( $A_s$ ) беріктік бойынша келтірілген бетонның қимасына ауыстырылады ( $\alpha \cdot A_s$ ).

$\alpha$  - келтіру коэффициенті  $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$ ; мұндағы:  $E_s$  – арматураның деформация модулі;  
 $E_b$  – бетонның деформация модулі.

Екі материалдың деформация теңділігінен алынған формула:

$$\varepsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s} = \varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b}$$

$$\sigma_s = \frac{E_s}{E_b} \cdot \sigma_b = \alpha \cdot \sigma_b$$

Келтірілген қимада бетонның кернеуі келесі формуладан табылады.

$$\sigma_b = \frac{M \cdot x}{J_{red}}$$

$$\sigma_s = \alpha \frac{M \cdot (h_0 - x)}{J_{red}}$$

$$\sigma'_s = \alpha \frac{M \cdot (x - \alpha')}{J_{red}}$$

$\sigma_b \leq 0,45R$ ;  $R$  - бетонның маркасы, кубтың беріктігіне тең;

$\sigma_s \leq 0,5\sigma_y$ ;  $\sigma_y$  - арматураның аққыштық шегі;

0,45 және 0,5 – бетон және арматураның жалпы қор коэффициенті.

Әдістің кемшіліктері:

- 1) бетон серпімді материал деп қабылданған;
- 2) бір жалпы қор коэффициентімен есептің дәлдігін қамтамасыз ету болмайды;
- 3) материалдың артық шығыны.

#### 4. Қиратушы күштер бойынша есептеу әдісі

Бұл есеп әдісін 1938 жылы қолданды. Есептеу әдістің авторы проф. А.Ф.Лолейт, А.А.Гвоздев саналады. Есептеу әдістің негізгі ретінде кернеулік-деформациялық күйдің III-кезеңі алынады. Бұл әдіс бойынша келесі алғашқы шарттар қабылданған:

- 1) бетонның жұмысы созылған аймақта еске алынбайды;
- 2) мүмкіндік кернеудің орнына бетонның иілу кезіндегі сығылу беріктік шегі қолданады  $R_u = 1,25R_b$ ;
- 3) бетонның сығылған аймағындағы қисық сызықты кернеу эпюрасы тік бұрышты түріне ауыстырылады.

Ішкі күштердің тепе-теңдік теңдеуі

$$R_s \cdot A_s' + R_u A_b = R_s \cdot A_s$$

Қирау моменті

$$M_u = R_u \cdot A_b \cdot Z_b + R_s \cdot A_s' \cdot Z_a$$

$$M = \frac{M_u}{k}; \quad N = \frac{N_u}{k}$$

$M$  – эксплуатация кезіндегі мүмкіндік июші моменті;

$k$  – жалпы беріктік бойынша қор коэффициенті;

$k$  – келесі факторларға байланысты:

1) қирау себебі;

2) күшсалмақтардың үйлесуіне және  $\frac{T_v}{T_q}$  қатынасына;

$T_v$  – уақытша күшсалмақтың әсерінен пайда болған күш;

$T_q$  – тұрақты күшсалмақтың әсерінен пайда болған күш.

$$\frac{T_v}{T_q} \leq 2; \quad k = 1,8$$

$$\frac{T_v}{T_q} > 2; \quad k = 2,0$$

Бұл есептеу әдістің жақсы жағы:

1. темірбетон қиманың жұмысы тым дәлді көрсетіледі және серпімді-пластикалық қасиеттері еске алынады;
2.  $k$  – жалпы беріктік қор коэффициенті, жалпы қор коэффициенті бірінші әдіске қарағанда тым дәлді болады;
3. материалдың артық шығыны бірінші әдіске қарағанда аздау болады.

Кемшіліктер:

- 1) бір жалпы беріктік қор коэффициенті барлық әсер берген факторларды еске алмайды, сондықтан бұл коэффициент  $k$  толық есептің дәлдігін қамтамасыз ете алмайды.

## 5. Шектік күйлер бойынша есептеу әдісі

Бұл әдіс бойынша есептеу конструкцияның шектік күйлерін дәл белгілеу және әр түрлі факторлардың өзгергіштігін ескеретін есептік коэффициенттердің жүйесін енгізу арқылы сипатталады.

Шектік күйлер деп конструкцияның күшсалмақтардың әсеріне қарсыласу қабілетінің жойылу күйін немесе рұқсат етілмейтін деформациялардың дамыған күйін, яғни пайдалану талаптарына қанағаттандыра алмайтын күйін айтады.

### 5.1. Шектік күйлердің бірінші және екінші тобы

Шектік күйлер екі топқа бөлінеді:



Бірінші топ бойынша күшсалмақтың әсерінен конструкцияның көтергіштік қабілеті анықталады.

Екінші топ бойынша конструкцияның пайдалануға жарамдығы анықталады.

Шектік күйлердің бірінші тобы бойынша есептеудегі мақсат – конструкцияның қирауына немесе элементтің орнықтылығын жоғалтуға жол бермеу. Шектік күйлердің бірінші тобы бойынша келесі есептер жасалынады: беріктікке, орнықтылыққа, көп мәрте қайталанатын күштердің әсері болған кезде элементті төзімділікке есептейді.

Есептің дәлдігіне бірнеше факторлар әсерін тигізеді, осыны еске алып есептік коэффициенттер қолданылады. Конструкцияның есеп дәлдігіне әр түрлі факторлар әсер береді. Мысалы: күшсалмақтардың өзгергіштігі; материалдың (бетонның, болаттың) беріктік сипаттамалардың өзгергіштігі; материалдың жұмыс жағдайы; конструкцияның арналуына байланысты.

Сондықтан конструкцияның сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін және оны әдеттегі пайдалану үшін, бұл әдіс есептік коэффициенттердің жүйесін енгізеді:

1.  $\gamma_f$  - күшсалмақтар бойынша сенімділік коэффициенті;

2.  $\gamma_m$  - материалдар бойынша сенімділік коэффициенті;

$\gamma_{bt}$  - бетон бойынша сенімділік коэффициенті ( $\gamma_{bc}$  – сығылғанда,  $\gamma_{bt}$  - созылғанда);

3.  $\gamma_{mi}$  – материалдың жұмыс жағдайы коэффициенттері;

$\gamma_{bi}$  – бетонның жұмыс жағдайы коэффициенттері;

$\gamma_{si}$  – арматураның жұмыс жағдайы коэффициенттері.

Құрылыс норма және ереже бойынша ҚНЖЕ 2.03.01-84-«Бетон және темірбетон конструкциялары».

$\gamma_{bi} \rightarrow \gamma_{b1}, \gamma_{b2}, \gamma_{b3} \dots \gamma_{b12}$  15 кестеден алынады;

$\gamma_{si} \rightarrow \gamma_{s1}, \gamma_{s2}, \gamma_{s3} \dots \gamma_{s9}$  24- кестеден алынады.

4.  $\gamma_n$  – арналуы бойынша сенімділік коэффициенті;

Шектік күйлердің бірінші тобының беріктік шарты жалпы түрде былай жазылады:

$$T \leq T_{per}$$

$$T(q_n; v_n; \gamma_f; \gamma_n; \gamma_c) \leq T_{per}(b; h; R_{bn}; \gamma_b; \gamma_{bi}; R_{sn}; \gamma_s; \gamma_{si})$$

мұндағы:  $T$  – есептік күш салмақтан пайда болған күш;

$q_n, v_n$  - мөлшерлік тұрақты және уақытша салмақтар;

$\gamma_f$  - күшсалмақтар бойынша сенімділік коэффициенттер;

$\gamma_n$  - арналуы бойынша сенімділік коэффициенттер;

$C$  – басқа факторларды еске алған коэффициенті, мысалы динамикалық коэффициенті немесе есеп схемасын еске алған коэффициенті;

$\gamma_c$  - күшсалмақтардың үйлесімін еске алатын коэффициент;

$T_{per}$  - қиманың көтергіштік қабілеті;

$b, h$  – қиманың ені және биіктігі;

$R_{bn}; R_{sn}$  - бетонның және арматураның мөлшерлік кедергілері;

$\gamma_b, \gamma_s$  - бетон және арматура бойынша сенімділік коэффициенті;

$\gamma_b, \gamma_s$  - бетонның және арматураның жұмыс жағдайы коэффициенті.

Шектік күйлердің екінші тобы бойынша есептеудегі мақсат – конструкцияның тым үлкен орын ауыстыруына, жарықшақтардың пайда болуына немесе олардың тым үлкен болып ашылуына жол бермеу.

Темірбетон элементтердің екінші тобы бойынша келесі есептер жасалынады:

1) жарықшақтардың пайда болуы бойынша есеп  $T \leq T_{crc}$

$T$  – күшсалмақтардың әсерінен пайда болған күш;

$T_{crc}$  - сызаттардың пайда болатын кезіндегі күш ( $M$  – иілген элементтер,  $N$  - созылған элементтер);

2) сызаттардың ашылуы бойынша

$$a_{crc} \leq [a_{crc}]$$

мұндағы:  $a_{crc}$  - күшсалмақтардың әсерінен пайда болған жарықшақтың ашылу ені;

$[a_{crc}]$  - жарықшақтың ашылу енінің нормаларда келтірілген шектік мәні.

2) орын ауыстыруы бойынша ( $f$  – иіліс,  $\varphi$  - бұрыш бұрылысы)

$$f \leq [f]$$

$f$  - күшсалмақтардың әсерінен пайда болған иіліс;

$[f]$  - нормаларда келтірілген шектік иіліс ҚНЖЕ 2.03.01-84 4 кесте бойынша (элементтің ұзындығына байланысты).

Конструкцияларда шектік күйлердің бірінші тобы бойынша есептеу есептік жүктеме бойынша жүргізіледі ( $\gamma_f > 1,0$ ), ал шектік күйлердің екінші тобы бойынша есептеу бұл күйлердің пайда болуы аса қауіптігі болмағандықтан жүктеменің сенімділік коэффициентінің мәні ( $\gamma_f = 1$ ) тең деп алып, табылған күштер бойынша жүргізіледі (яғни мөлшерлік күштер).

## 5.2. Күшсалмақтар мен әсерлер

Конструкцияларды есептегенде оларды ҚНЖЕ 2.01.07-85 бойынша қабылдайды. Әсер ету ұзақтығына байланысты күшсалмақтар тұрақты және уақытша болып бөлінеді. Өз кезегінде уақытша күшсалмақтар ұзақ мерзімдік, қысқа мерзімдік және ерекше болып бөлінеді.

Тұрақты күшсалмақтарға конструкцияның немесе ғимараттың меншікті салмағы, топырақтың (жердің) қысымы, конструкциялардың бастапқы кернеу әсерлері жатады.

Ұзақ мерзімдік уақытша күшсалмақтар мен әсерлерге жататын күштер:

- стационар жабдықтардың салмағы (аппараттар, моторлар, станоктар);
- ыдыстардағы сұйықтардың, газдардың және сусымалы денелердің қысымы;
- қойма, архив, кітапхана үйлердің қабатаралық жабын конструкциясына әсер берген күштер;
- жабын конструкциясына әсер берген қардың салмағының бөлігі III-УІ климат ауданына  $S_\ell = S_n - 0,7; [кн/м^2]$ ;
- кранды күшсалмақтардың бөлігі.

Қысқа мерзімдік уақытша күшсалмақтар мен әсерлерге адамдардың салмағынан пайда болған күшсалмақтар, желдің әсері, элементтерді дайындау, тасымалдау және монтаждау кезінде пайда болатын күштер жатады.

Ерекше күшсалмақтарға сейсмикалық және жарылыстық әсерлер, ірге- тастардың негізінің біркелкі емес шөгуінен пайда болған күштер жатады.

Конструкцияны есептегенде мөлшерлік және есептік күшсалмақтардың шамасы қолданады. Нормаларда бекітілген күшсалмақтарды мөлшерлік деп атайды. Оларды белгілейтін әріптердің  $n$ -индексі болады, мысалы:  $q_n$  - тұрақты мөлшерлік күшсалмақ;  $v_n$  - уақытша мөлшерлік күшсалмақ.

Күшсалмақтардың мөлшерлік мәндерінің қолайсыз жаққа қарай ауытқу қауіпі, яғни өзгергіштігі күшсалмақтар бойынша сенімділік коэффициенттер ( $\gamma_f$ ) арқылы ескеріледі. Сондықтан есептік күшсалмақтардың мағынасын тапқанда мөлшерлік күшсалмақтарды коэффициент  $\gamma_f$  көбейтеді, мысалы:

$$q = q_n \cdot \gamma_f; \quad v = v_n \cdot \gamma_f$$

Тұрақты мөлшерлік күшсалмақтар ( $q_n$ ) конструкцияның геометрия өлшеміне және материалдың орта тығыздығы бойынша табады  $q_n = b \cdot h \cdot \ell \cdot \gamma$ .

Технологиялық және монтаждық уақытша мөлшерлік күшсалмақтарды пайдалану кезіндегі ең үлкен мәніне тең деп алады.

Қар және жел әсердің мөлшерлік күшсалмақтарды ауа райы ауданы бойынша ҚНЖЕ алынады.

Тұрақты есептік күшсалмақтарды тапқан кезде  $\gamma_q = 1,1 \div 1,3$  алынады.

Уақытша есептік күшсалмақтарды тапқан кезде  $\gamma_{fv} = 1,2 \div 1,6$  алынады.

### Күшсалмақтардың үйлесімі

Конструкцияларға бір мезгілде әр түрлі күшсалмақтар әсер береді, сондықтан олардың есебі ең қолайсыз әсердің үйлесіме жасалыну керек.

Ескерілетін күшсалмақтардың құрамына байланысты үйлесім негізгі және ерекше болып бөлінеді.

Негізгі үйлесім - тұрақты, ұзақ мерзімдік уақытша және қысқа мерзімдік уақытша күшсалмақтардан құралған.

Күшсалмақтардың негізгі үйлесуі екі топқа бөлінеді. Конструкцияларды күшсалмақтардың негізгі үйлесуінің бірінші тобы бойынша есептегенде олардың мәндері өзгеріссіз қолданады. Ос кезде  $\gamma_c = 1,0$  тең.

1 тобы:  $[T + \sum \mu \cdot \gamma_c]$ ;  $\gamma_c = 1,0$

Конструкцияларды екінші тобы бойынша есептегенде тұрақты, ұзақ мерзімдік және бірнеше (екі немесе одан да көп) қысқа мерзімдік күшсалмақтар ескеріледі. Осы кезде  $\gamma_c = 0,9$  тең деп қабылданады.

2 тобы:  $[T + \sum \mu \cdot (\gamma_c)]$ ;  $\gamma_c = 0,9$

Ерекше үйлесуі тұрақты, ұзақ мерзімдік уақытша және мүмкін болатын қысқа мерзімдік уақытша, сондай-ақ бір ерекше күшсалмақтардан құралған. Осы кезде  $\gamma_c = 0,8$  тең деп қабылданады.

$$[T + \sum \mu \cdot (\gamma_c = 0,8) + \ell];$$

### Үйлер мен ғимараттардың жауаптылық дәрежесі

Үйлер мен ғимараттардың жауаптылық дәрежесі олардың қирауы салдарынан туындайтын материалдық және әлеуметтік шығын мөлшерімен анықталады. Сондықтан конструкцияларды жобалау кезінде үйлер мен ғимараттардың жауаптылық класына байланысты қабылданатын арналуы бойынша сенімділік коэффициентпен ескеріледі, яғни күшсалмақтардың мәндері осы коэффициентке көбейтіледі. Үйлер мен ғимараттардың жауаптылығының үш класы бекітілген.

1 класқа -  $\gamma_n = 1.0$  ерекше маңызды халық шаруашылық және әлеуметтік үйлер мен ғимараттар, мысалы: жылу станциялар, атомдық электрстанциялар, теледидар мұнаралар, өнеркәсіптік мұржалар, мұнай өнімдік резервуарлар, спорттық ғимараттар, театр, кинотеатр, музей және архив ғимараттар.

II класқа  $\gamma_n = 0.95$  - өнеркәсіптік және азаматтық үйлер мен ғимараттар (I, III класқа кірмеген).

III класқа  $\gamma_n = 0.9$  - қойма үйлер, бір қабатты тұрғын үйлер, уақытша үйлер мен ғимараттар.

### 5.3. Бетонның мөлшерлік және есептік кедергілері

Конструкциялардың арналуымен жұмыс істеуі жағдайына байланысты бетонның клас деп аталатын ерекше сапа көрсеткіші тағайындалған. Бетонның класы «В» деп қабырғасы 15 см-лік бетон кубының сенімділігі 0,95-ке тең беріктігін айтады.

Стандарт кубтарды сығуға сынағанда бетонның беріктігінің статикалық өзгергіштігі байқалады:

$n_1$  кубтың уақытша кедергісі  $R_1$ -ге тең болуы мүмкін;

$n_2$  кубтың уақытша кедергісі  $R_2$ -ге тең болуы мүмкін;

$n_3$  кубтың уақытша кедергісі  $R_3$ -ге тең болуы мүмкін;

$n_k$  кубтың уақытша кедергісі  $R_k$ -ге тең

Кубтардың жалпы саны  $n = (n_1 + n_2 + n_3 + \dots n_k)$

Абсцисса осі бойына  $R_1; R_2; \dots R_k$  мәндерін, ал ордината осі бойына оларға сәйкес келетін  $n_1; n_2; \dots n_k$  сандарын сала отырып таралудың статистикалық қисығын алады.

1 - теориялық қисық

2 – тәжірибелік қисық

Сынақтардың нәтижесін статистикалық өңдеу арқылы мынадай көрсеткіштер анықталады:

- бетонның сығылуға уақытша кедергісінің орта мәні

$$R_m = \frac{n_1 R_1 + n_2 R_2 + \dots n_k R_k}{n}$$

- кедергілердің ауытқулары  $\Delta_1 = R_1 - R_m$ ;  $\Delta_2 = R_2 - R_m$ ;  $\Delta_k = R_k - R_m$ ;

- стандарт деп аталатын орта квадраттық ауытқуы

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_1 \cdot \Delta_1^2 + n_2 \cdot \Delta_2^2 + \dots n_k \cdot \Delta_k^2}{n}}$$

Бетонның сығуға беріктігі бойынша класы орта мәннің ( $R_m$ ) сол жағында ( $x\sigma$ ) қашықтықта орналасқан

$$B = R_m - x\sigma = R_m(1 - x \cdot \nu)$$

мұндағы:  $x$  - стандарт саны;

$\nu = \frac{\sigma}{R_m}$  - беріктік вариациялық коэффициенті (өзгергіштік коэффициенті)

Неғұрлым ( $x$ ) үлкен болса, соғұрлым дәлділік те жоғары. Айталық,  $x=1$  болса, онда барлық үлгілердің 84%-нің беріктігі ( $R_m - \sigma$ )-ға тең және жоғары болады, яғни сенімділігі 0,84-ке тең.

Егер  $x=3$  болса, онда 99,9% үлгі ( $R_m - \sigma$ )-ға тең және жоғары беріктік көрсетеді, яғни бір мың үлгілерді сынағанда біреуінің ғана беріктігі ( $R_m - \sigma$ )-дан төмен болады. Бұлай болуы практика жүзінде мүмкін емес деп саналады. Сондықтан құрылыс нормаларында 0,95-ке тең дәлдікті қамтамасыз ететін  $x=1,64$  қабылданады, яғни  $B = R_m(1,0 - 0,64\nu)$   $\nu$ -ның мәні үлкен аралықта өзгеруі мүмкін. Әр түрлі заводтарда өткізілген көптеген сынақтардың нәтижесіне қарағанда  $\nu=0,06-0,28$ . Сондықтан нормаларда бетонның беріктігінің өзгергіштік коэффициентінің орта мәні болып табылатын  $\nu=0,135$  қабылданған. Олай болса бетонның класы мына формуламен анықталады.

$$B = R_m(1 - 1,64 \cdot 0,135) = 0,7786R_m$$

Нормаларда (ҚНЖЕ 2.03.01-85) бетоннан дайындалатын темірбетон конструкциялары үшін бетонның сығуға беріктігі бойынша мынадай класстары бекітілген: В7,5, В10; В12,5; В15, В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60.

Бетонның призмалық осьтік сығылуға мөлшерлік кедергісі (призмалық беріктік) эмпирикалық формула арқылы анықталады.

$$R_{bn} = B(0,77 - 0,00125B) \geq 0,72B$$

Мөлшерлік беріктіктің сенімділігіде 0,95 тең болады.

Бетонның нормаларда келтірілген осьтік созуға кедергісі

$$R_{bn} = 0,5 \cdot K \sqrt[3]{B^2}$$

Мұндағы:  $K=0,8$  - В35 класты немесе одан да төмен бетондар үшін;

$K=0,8$  - В40 класты және одан жоғары бетондар үшін

Бетондардың беріктігінің мөлшерлік мәнінің қолайсыз жаққа қарай ауытқу ықтималдығы бетон бойынша сенімділік коэффициенттері ( $\gamma_{bc}$ -сығылғанда,  $\gamma_{bt}$ -созылғанда) арқылы ескеріледі, атап айтсақ бетонның есептік кедергілері деп мөлшерлік кедергілерді бетон бойынша сенімділік коэффициенттеріне бөлу нәтижесінде алынған кедергілерді айтады.

Сонымен: бетонның осьтік сығуға есептік кедергісі

$$R_b = \frac{R_{bn}}{\gamma_{bc}}; \quad R_{bt} = \frac{R_{bnt}}{\gamma_{bt}}$$

$$\gamma_{bc} = 1,3; \quad \gamma_{bt} = 1,5$$

Конструкцияны есептегенде бетонның жұмыс жағдайы еске алыну керек, мысалы: ұзақ мерзімді күшсалмақтардың әсер бергені, күштің көп мәрте қайталанатындығы, конструкцияның жасау тәсілі және басқа жұмыс жағдайы. Айтып кеткен конструкцияның жұмыс жағдайы бетонның қасиеттеріне әсер береді. Сондықтан бетонның жұмыс жағдайын еске алудың бетонның есептік кедергісін  $R_b, R_{bt}$  жұмыс жағдайы коэффициенттерге ( $\gamma_{bi}$ ) көбейту керек.

$\gamma_{bi}$  - шамасын ҚНЖЕ 2.03.01-84 15-кестеден алынады.

#### 5.4. Арматураның мөлшерлік және есептік кедергілері

Нормаларда арматураның мөлшерлік кедергісінің сенімділігін де 0,95-ке тең етіп қабылданған. Арматураның мөлшерлік кедергісі ретінде:

1) стержіндік арматура үшін – физикалық аққыштық шегі, яғни  $R_{sn} = \sigma_y$  немесе шартты аққыштық шегі, яғни  $R_{sn} = \sigma_{0,2}$  қабылданған;

2) сымдық арматура үшін  $R_{sn} = 0,8 \cdot \sigma_u$ ,  $\sigma_u$  - арматураның уақытша кедергісі

Бойлық арматураның созуға есептік кедергісі оның мөлшерлік кедергісін арматура бойынша сенімділік коэффициентіне ( $\gamma_s$ ) бөлудің нәтижесінде анықталады, яғни

$$R_s = \frac{R_{sn}}{\gamma_s}$$

Арматураның сығылуға есептік кедергісі  $R_{sc} = R_s$  тең деп алынады, бірақ  $R_{sc} \leq 400$  МПа аспау керек.

Кейбір кезде конструкцияға ұзақ мерзімді күшсалмақтар әсер бергенде және жұмыс жағдай коэффициент  $\gamma_{b2} < 1,0$ , арматураның класы А-IV, Ат-IVC болғанда  $R_{sc} = 450$  МПа тең болып алынады.

Арматураның класы А-У, Ат-У, А-УІ, Ат-УІ, ВрII, ВII, К-7, К-19 болғанда  $R_{sc} = 500$  МПа тең болып алынады.

Темірбетон конструкцияларды жобалау кезінде арматураның нақты жұмыс жағдайын еске алу үшін арматураның есептік кедергісін жұмыс жағдайы коэффициентіне ( $\gamma_{si}$ ) көбейтеді -  $\gamma_{si} R_s$

Мысалы: элементті көлденең күшке есептегенде көлденең арматураның созуға кедергісі

$$R_{s\omega} = R_s \cdot \gamma_{s1}$$

-  $\gamma_{s1} = 0,8$  көлденең арматурадағы күштердің көлбеу қиманың ұзындығы бойы бірқалыпты таралмауын ескеретін арматураның жұмыс жағдайы коэффициенті;

- дәнекерленген көлденең арматура сымнан класы Вр-I немесе стержіндік арматурадан класы А-III жасалынса, онда жұмыс жағдайы коэффициенті  $\gamma_{s2} = 0,9$  тең деп алынады, бұл коэффициент көлденең стержіндердің дәнекерленген қосылу жерін мөрт қирауын еске алады.

Арматураның жұмыс жағдайы коэффициенттерін ҚНЖЕ 2.03.01-84 24-кестеден ( $\gamma_{s1}; \gamma_{s2}; \gamma_{s3} \dots \gamma_{s9}$ ) алынады.

### Бақылау сұрақтар:

1. Шектік жағдайлардың I-тобы бойынша орындалатын есептеулер  
А. беріктікке, орнықтылыққа, төзімділікке  
Б. беріктікке  
В. орнықтылыққа  
Г. төзімділікке  
Д. көтергіштік қабілетіне
2. Шектік жағдайлардың II-тобы бойынша орындалатын есептеулер  
А. Жарықшақтың ашылуына  
Б. Жарықшақтың пайда болуына  
В. Жарықшақтың пайда болуына, ашылуына, деформацияға, орын ауыстыруға  
Г. Деформацияға  
Д. Орын ауыстыруға
3. Шектік жағдайлардың қанша тобы бойынша есептелінеді  
А. Төрт  
Б. Бір  
В. Үш  
Г. Екі  
Д. Бес
4. Неге темірбетон арқалықтық көтергіштік қабілеті бетон арқалықтық көтергіштік қабілетімен салыстырғанда жоғары  
А. Арматураның бар болуы қиманың инерция моментін үлкейтеді  
Б. Қимадағы арматура созылған күшті қабылдайды  
В. Арматураның бар болуы бетонның иілеу беріктігін үлкейтеді  
Г. Арматураның бар болуы бетонның созылуға беріктігін үлкейтеді  
Д. Арматураның бар болуы қиманың кедергі моментін үлкейтеді
5. Иілген ТБЭ-де ұзына-бойлық арматура барлық кезде орналасады:  
А. Созылған аймақта  
Б. Сығылған аймақта  
В. Барлық аймақта  
Г. Бейтарап аймақта  
Д. Бойлық геометриялық ось бойында
6. Сығылған ТБЭ-дің ұзына-бойлық арматурасы не үшін қойылады:  
А. Қиманың кедергі моментін үлкейту үшін  
Б. Қиманың инерция моментін үлкейту үшін  
В. Элементтердің бетон қимасының өлшемін азайту үшін  
Г. Сығылған элементтің орнықтылығын жоғарылату үшін  
Д. Сығылған элементтің иілгіштігін төмендету үшін
7. Күш салмақтар бойынша сенімділік коэффициенттің белгілейтін индексі:  
А.  $\gamma_{bt}$

- Б.  $\gamma_{bc}$
- В.  $\gamma_f$
- Г.  $\gamma_s$
- Д.  $\gamma_n$

8. Сығылған бетон бойынша сенімділік коэффициентінің белгілейтін индекс:

- А.  $\gamma_n$
- Б.  $\gamma_f$
- В.  $\gamma_{bt}$
- Г.  $\gamma_s$
- Д.  $\gamma_{bc}$

9. Созылған бетон бойынша сенімділік коэффициентінің белгілейтін индекс:

- А.  $\gamma_s$
- Б.  $\gamma_{bc}$
- В.  $\gamma_f$
- Г.  $\gamma_{bt}$
- Д.  $\gamma_n$

10. Арматура бойынша сенімділік коэффициентінің белгілейтін индекс:

- А.  $\gamma_{bc}$
- Б.  $\gamma_{bt}$
- В.  $\gamma_s$
- Г.  $\gamma_f$
- Д.  $\gamma_n$

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

### 12. Дәріс

**Тақырып: «Иілген темірбетон элементтерді беріктікке есептеу»**

Жоспар:

1. Иілген темірбетон элементтердің конструкциялық ерекшеліктері
2. Иілген темірбетон элементтердің тік қималары бойынша беріктікке есептеу
3. Тік бұрышты қималы жалғыз арматуралы иілген элементтерді беріктікке есептеу

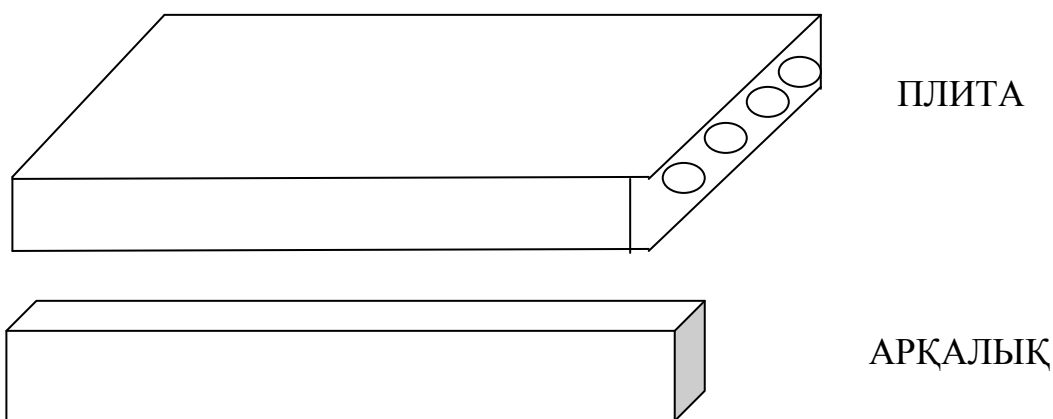


4. Көлденең қимасы тік бұрышты қос жұмыстық арматуралы иілген элементтерді беріктікке есептеу

### 1. Иілген темірбетон элементтердің конструкциялық ерекшеліктері

Иілген элементтерге әр түрлі плиталар мен арқалықтар жатады. Плиталар деп қалыңдығы ұзындығы мен еніне қарағанда көп есе кіші жазық элементтерді айтады. Арқалықтар дегеніміз ұзындығы көлденең өлшемдерінен (биіктігі мен енінен) едәуір үлкен сызықтық элементтер.

Плиталар мен арқалықтар қабатаралық жабын конструкциясы, жабын конструкциясы жиналады. Жабын конструкциялары құрастырмалы немесе құрастырмалы тұтас болады.



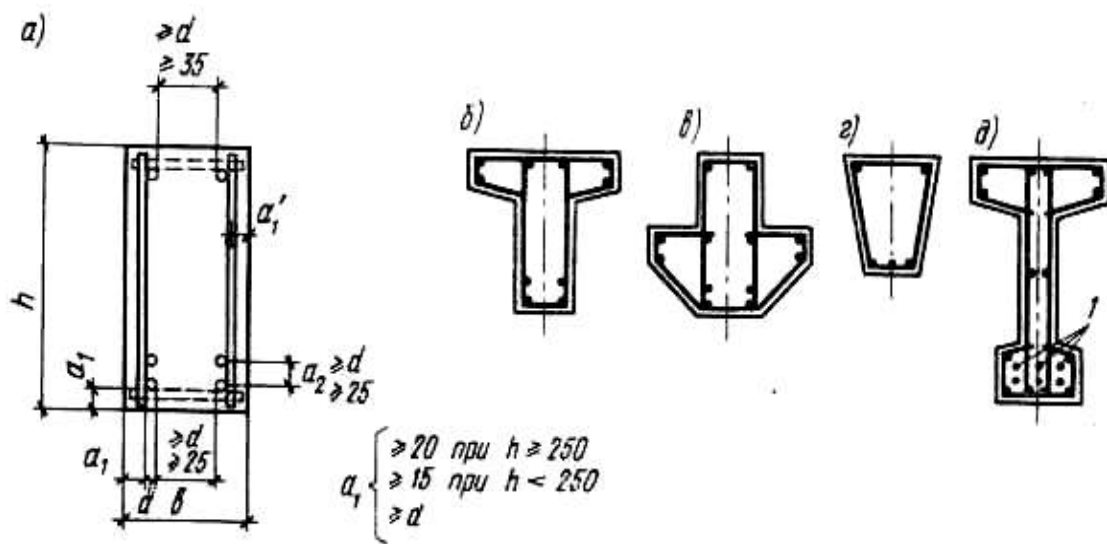
### 13.Сурет. Темірбетон конструкциялары

Плиталар көлденең қимасының түріне қарай қуысты және қырлы болып бөлінеді. Құрастырмалы конструкциялардағы плиталардың қалыңдығы  $25 \div 60$  мм, ал тұтас конструкциялардағы плиталардың қалыңдығы  $5 \div 100$  мм.

Плиталар біраралық және көпаралық болады.

Плиталарды дәнекерленген торлармен арматуралайды. Торларды иілу момент эпюрасына сәйкес қойылады. Жұмыс өзектер иілу моменттің қабылдайды осы моменке есептелінеді, ал таратып тұратын өзектер күшті қабылдамайды, олар торды жинау үшін керек. Торлардың маркалары стандарт бойынша ГОСТ алынады.

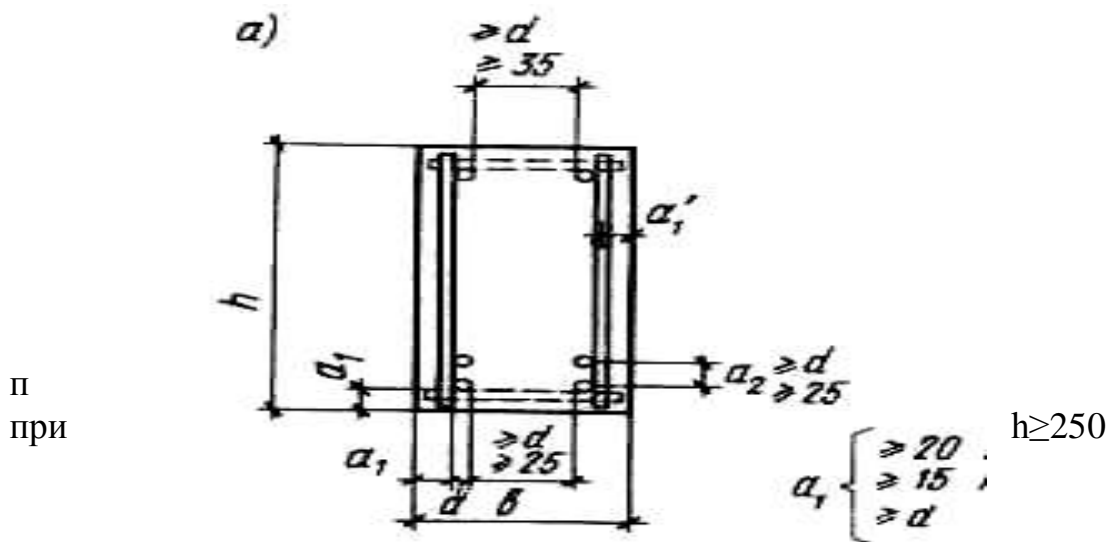
Темірбетон арқалықтар көлденең қималары түрлі пішінді болуы мүмкін: тік бұрышты, тавролы, қос тавролы, траперциялық.



#### 14. Сурет. Темірбетон арқалықтар көлденең қималары түрлі пішінді

Арқалықтар биіктері  $h = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{20}\right) \ell$ ,  $\ell$  - олардың аралықтары. Арқалықтардың биіктіктері ( $h$ ) 50мм және 100мм еселі болу керек: 50мм – егер  $h \leq 600$ мм; 100мм – егер  $h$  биіктігі үлкен шамасында болған кезінде.

Арқалықтардың ені  $b = (0,4 \div 0,5)h$  (50мм еселі болу керек



#### 15. Сурет. Арқалықтың өлшемдері

Арқалықтарды әдетте дәнекерленген жазық немесе кеңістіктік қаңқалармен арматуралайды. Кейбір кезде конструкцияға динамикалық күш әсер бергенде арқалықтарды тоқылма қаңқалармен арматуралайды.

Қаңқалар бойлық, көлденең және монтаждық өзектерден жиналады. Бойлық арматура арқалықтардың созылған аймақтарында июші момент эпюрасына сәйкес қойылады. Бойлық созылған арматура бір немесе екі қатар қойылады. Екі қатар қойылған кезінде өзектердің арасында саңылау қалдыру керек -  $a_2$ . Арқалықтардың керілмеген бойлық арматуралардың диаметрі  $d_s = 12 - 32$  мм тең болады.

Тік бұрышты қималардың ені немесе таврлық қималардың қабырғаларының ені  $b \leq 150$ мм болса, онда арқалықтар жазықты дәнекерленген қаңқамен бір қатар арматуралайды, егер  $b > 150$ мм онда жазықты қаңқаны екі қатар қояды.

Көлденең өзектер немесе қамыт деп аталынатын өзектер басты созылған кернеуді қабылдайды ( $\sigma_{mi}$ ). Қамыттардың диаметрі және адымы (S) есеп бойынша алынады немесе конструкциялық талаптарына байланысты алынады.

Арқалықтың  $h > 700$  мм асса, онда қосымша бойлық арматура қойылады, бұл арматура бетонның ширауынан және температуралық деформациядан пайда болған күшті қабылдайды және бұл арматура жақ қырында көлбеу жарықшақтың ашылуына кедергі болады.

Алдын-ала кернелген темірбетон конструкцияларда арқалықтарда керілген арматуралар қаңқаның құрамына кірмейді, бұл арматуралар бөлек тұрады.

Біралалық арқалықты алған кезде онда керілген арматуралар созылған аймақта орналасқан. Қысыпсығылу күші (P) жоғары аймақтарды созады (б), пайдалану кезінде бір қалыпты таратылған күш әсер еткенде төменгі аймақтар созылады. Эпюраны ( $M_p + M_q$ ) қосқанда (г) – эпюра пайда болады, бұл эпюрада тіректің қастарында жоғары аймақтарында созылған кернеулер пайда болады, осы кернеулер арқылы тіректердің қастарында жарықшақтар пайда болуы мүмкін. Созылу кернеуді жою үшін жоғары аймақтарға керілген арматура (д,г) қойылады  $A'_s = (0,15 - 0,25)A_s$ .

Алдын-ала кернелген темірбетон арқалықтарға ең қолайлы көлденең қималары ретінде – тавролы немесе қос тавролы қима алынады.

Алдын-ала кернелген арқалықтар үшін жобалануда өзгеше маңызы бар. Арқалықтардың үш жағында қысып сығылу күші арматурадан бетонға түседі, осының нәтижесінде жергілікті кернеулер пайда болады.

Сондықтан, арқалықтардың керілген арматураны үш жағында сенімді анкерлеу керек. (Сурет) Ол үшін элементтің үш жағын қосымша арматурамен күшейтеді, көлденең торлар қойылады немесе көлденең қиманың өлшемдері көбейтіледі.

Егер бойлық жұмыстық арматура элементтің тек созылған аймағында ғана орналастырылса, онда мұндай элементтің көлденең қимасы жалғыз арматуралы деп аталады.

Егер элементтің сығылған аймақтары бойлық жұмыстық арматурамен күшейтілген болса, онда қима қос арматуралы деп аталады.

## **2. Иілген темірбетон элементтердің тік қималары бойынша беріктікке есептеу**

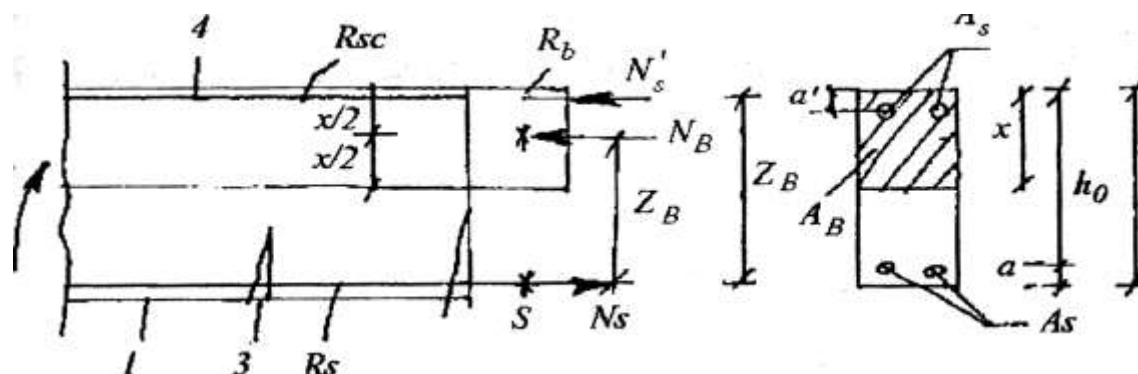
Иілген темірбетон элементтердің беріктігі кернеулік – деформациялық жағдайдың III кезеңі бойынша есептеледі.

Темірбетон элементтерді беріктікке есептегенде тік қимада кернеудің нақты тарату заңы айтарлықтай күрделі болғандықтан жеңілдеткізетін алғы шарттар қабылданады:

1. Шектік күйде бетондағы сығылған кернеу бетонның есептік кедергісіне тең деп алынады  $\sigma_b = R_b$
2. Бетонның сығылған аймағындағы қисық сызықты кернеу эпюрасы тік бұрышты түріне ауыстырылады (бұл эпюбраны қолданғанда есептің қате жіберушілігі 2-3% аспайды, бірақ есептік формулаларды жеңілдетуге болады).
3. Бетонның созылу кернеудің шамасы аз болғандықтан ( $\sigma_{bt} \approx 0$ ) бетонның жұмысы созылған аймақта еске алынбайды.

4. Бойлық созылған арматурада кернеудің шамасы есептік кедергісі шамасынан аспайды  $\sigma_s \leq R_s - \sigma_{sp}$ ;  $\sigma_{sp} = 0$ ;  $\sigma_s \leq R_s$   $\sigma_{sp}$  - арматурадағы бастапқы кернеу (алдын-ала кернелген темірбетон конструкцияларда).

5. Бойлық сығылған арматурада кернеудің шамасы есептік кедергісі шамасынан аспайды  $\sigma_{sc} \leq R_{sc} - \sigma'_{sp}$ ;  $\sigma'_{sp} = 0$ ;  $\sigma_{sc} \leq R_{sc}$   $R_{sc}$  - арматурадағы сығылған есептік кедергісі  $\sigma'_{sp}$  - сығылған арматурадағы бастапқы кернеу.



16.Сурет. Иілген темірбетон элементтердің тік қималары бойынша беріктікке есептеу

Мұндағы:

$N_b$  - бетондағы сығылған тең әсерлі күш;

$N_s$  - арматураға созылған тең әсерлі күш;

$x$  – сығылған аймақтың биіктігі;

$h_0$  - қиманың жұмыстық (есептік) биіктігі  $h_0 = h - a$ ;  $a = a_s + 0,5d_s$ ;

$a_s$  - қорғаушы қабаттың қалыңдығы.

Қорғаушы қабат бетон мен арматураның бірлескен жұмысын қамтамасыз етеді әрі арматураны коррозиядан қорғайды.

Қимада арматураның санын  $\mu$ -деген коэффициенті көрсетіледі.

$\mu = \frac{A_s}{bh_0}$  - арматураның қимасының ауданы/бетонның қимасының ауданы;

$\mu$  - арматуралау коэффициенті;

а)  $\mu \leq \mu_{\min}$  - элементтің қимасы жеткіліксіз арматураланған жағдай;

б)  $\mu_{\min} \leq \mu \leq \mu_{\max}$  - жеткілікті арматураланған жағдай;

в)  $\mu > \mu_{\max}$  - тым көп арматураланған жағдай;

$\xi = \frac{x}{h_0}$  - қиманың сығылған аймағының шектік салыстырмалы биіктігі;

$X_R = \xi_R \cdot h_0$  - қиманың сығылған аймағының шектік биіктігі;

$\epsilon_{ub}$  - бетонның шектік сығылғыштығы;

$\epsilon_{sy}$  - арматурадағы аққыштық шегіне сәйкес деформация ( $\sigma_s = R_s$ ).

Созылған арматураның қимасының ауданының мөлшеріне қарай қираудың екі жағдай кездеседі.

1 жағдай – арқалықтың қирау созылған арматурадан басталады, арматурадағы созылған кернеудің шамасы аққыштық шегіне тең болады  $\sigma_s = R_s$  ( $\xi_s = \epsilon_{sy}$ ). Одан

кейін арқалықтың қирау сығылған бетонның уатылуымен аяқталады

$$\sigma_b = R_b \quad (\varepsilon_b = \varepsilon_{ub}).$$

2 жағдай – арқалықтың қирау сығылған аймақта бетоннан басталады, бетонның сығылған кернеу  $R_b$  тең болады  $\sigma_s = R_b \quad (\xi_b = \varepsilon_{ub})$ . Арматурадағы созылған кернеудің

шамасы аққыштық шегінен төмен болады  $\sigma_s < R_s \quad (\xi_s < \varepsilon_{sy})$ . Сондықтан арқалықты қай жағдай болса да қирауын анықтау керек. Ол үшін арқалықтың қимасын жеткіліксіз арматураланған (а), жеткілікті арматураланған (б) және тым көп арматураланған кезінде қалай қирайды екенін анықтау керек. Суреттерде (а,б,в) деформация эпюрасы  $(\varepsilon_b, \varepsilon_s)$  және бетонның сығылған аймағының биіктігі көрсетілген.

а) Жеткіліксіз арматураланған арқалық 1 жағдай бойынша қирайды – арматурадағы деформация аққыштық шегіне сәйкес деформацияға жетеді  $\varepsilon_s = \varepsilon_{sy} \quad (\sigma_s = R_s)$  ал бетондағы деформация бетонның шектік сығылғыш-тығына жетпейді  $\varepsilon_b < \varepsilon_{ub} \quad (\sigma_b < R_b)$ . Бетонның сығылған аймағының биіктігі шектік биіктіктен төмен болады  $X < X_R \quad (\xi < \xi_R)$ .

б) Жеткілікті арматураланған арқалық 1 жағдай бойынша қирайды – арматурадағы, бетондағы деформация және сығылған аймақтың биіктігі шектік шамаларына тең болады  $\varepsilon_s = \varepsilon_{sy}, \quad (\varepsilon_b = \varepsilon_{ub}), \quad X = X_R, \quad (\xi = \xi_R)$ .

в) Тым көп арматураланған арқалық 2 жағдай бойынша қирайды – бетондағы сығылған деформация сығылғыштық шегіне жетеді  $\varepsilon_b = \varepsilon_{ub} \quad (\sigma_b = R_b)$  арматурадағы деформация аққыштық шегіне сәйкес деформацияға жетпейді  $\varepsilon_s < \varepsilon_{sy} \quad (\sigma_s < R_s)$ , ал бетонда сығылған аймағының биіктігі шектік биіктіктен жоғары болады  $X > X_R \quad (\xi > \xi_R)$ .

Қорытынды:  $X \leq X_R$  немесе  $\xi \leq \xi_R$  элементтің қирау 1 жағдай бойынша болады. Егер  $X > X_R$  немесе  $\xi > \xi_R$  элементтің қирау 2 жағдай бойынша болады. Сондықтан:  $\xi \leq \xi_R$  болғанда темірбетон конструкциялар 1 жағдай бойынша қирайды,  $\xi > \xi_R$  болғанда ТБК 2 жағдай бойынша қирайды.

Арматурадағы созылу кернеу қимадағы арматураның санына және бетонның сығылу аймағының биіктігіне байланысты. Көптеген тәжірибелердің негізінде 2 жағдай бойынша қираған элементтің созылған арматурасындағы кернеуді  $(\sigma_s)$  келесі эмпирикалық формула арқылы анықталады.

$$\sigma_s = \frac{\sigma_{sc,u}}{1 - \frac{\omega}{\xi}} \left( \frac{\omega}{\xi} - 1 \right) + \sigma_{sp} \quad (1)$$

Мұндағы:  $\sigma_{sc,u}$  - бетонның шектік сығылғыштығына сәйкес келетін сығылған арматурадағы кернеу.

$$\sigma_{sc,u} = \varepsilon_{ub} \cdot E_b = (2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5) = 400 \text{ МПа}$$

Жүктеме ұзақ мерзімде әсер бергенде  $\gamma_{b2} < 1,0$

$$\sigma_{sc,u} = \varepsilon_{ubl} \cdot E_b = (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5) = 500 \text{ МПа}$$

$\sigma_{sp}$  – бастапқы кернеудің шамасы (алдын-ала кернелген ТБК);

$\sigma_{sp} = 0$  кернелмеген ТБК;

$\xi = \frac{x}{h_0}$  – қиманың сығылған аймағының салыстырмалы биіктігі;

$\omega = \alpha - 0,008R_b$  – бетонның сығылған аймақтың деформациялық қасиеттерінің сипаттамасы:

$\alpha = 0,85$  - ауыр бетонға,

$\alpha = 0,8$  - жеңіл бетонға,

$\alpha$  - бетонның түріне байланысты қабылданатын коэффициент.

Арматурадағы кернеу  $\sigma_s = 0$  (немесе алдын-ала кернелген ТБЭ  $\sigma_s = \sigma_{sp}$ ) болған кезде

қиманың сығылған аймағының салыстырмалы биіктігі  $\omega = \frac{x_0}{h_0}$  тең болады.

Фактіге негізделген эпюра бойынша  $x_0 = h_0$  тең болғандықтан  $\omega = \frac{x_0}{h_0} = \frac{h_0}{h_0} = 1$ , онда  $\omega$

бетондағы кернеу эпюрасының толықтық коэффициенті деп айтуға болады. Сол кезде бетондағы сығылған күш  $N_b = R_b \cdot b \cdot (\omega \cdot h_0)$  тең болады.

« $\sigma_s - \xi$ » тәуелділігін графикте көрсетсек, онда бұл тәуелділік қисық сызықты болып шығады

$\xi < \omega$  арматурадағы кернеу созылушы болады ( $\sigma_s$ );

$\xi > \omega$  арматурадағы кернеу  $\sigma_s = \sigma_{sc}$  сығылушы болады.

« $\sigma_s - \xi$ » графикте үш ерекше нүктесі бар:

1.  $\xi = \omega$ ,  $\sigma_s = 0$  ( $\sigma_s = \sigma_{sp}$ );

2.  $\xi = \xi_R$ ,  $\sigma_s = R_s$

3.  $\xi = 1,1$ ,  $\sigma_{sc} = R_{sc}$  бұл кезде барлық қима сығылады, бетонның сығылу аймағының

биіктігі  $x = h$  тең,  $\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{h}{h_0} = 1,1$

$\xi_R$  - қиманың сығылған аймағының шектік салыстырмалы биіктігі

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} \left(1 + \frac{\omega}{1,1}\right)} \quad (2)$$

Мұндағы:  $\sigma_{s1}$  - арматурадағы созылушы шектік кернеу;

$\sigma_{s1} = R_s - \sigma_{sp}$ , физикалық аққыштық шегі бар арматуралар үшін (А-I, А-II, А-III, А-IIIв, Вр-I);

$\sigma_{s1} = R_s + 400 - \sigma_{sp}$ , шартты аққыштық шегі бар арматуралар үшін (А-IV, А-V, А-VI, В-II, Вр-II, К-7, К-19, АТ-VI);

$\sigma_{s2} = \sigma_{scu}$  арматурадағы сығылушы шектік кернеу;

$$\sigma_{s2} = 400 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{s2} = 500 \text{ МПа, жүктеме ұзақ мерзімде әсер еткенде } \gamma_{b2} < 1,0.$$

### 3. Тік бұрышты қималы жалғыз арматуралы иілген элементтерді беріктікке есептеу

Егер бойлық арматура элементтің тек созылған аймағында ғана орналастырылса, онда мұндай элементтің көлденең қимасы жалғыз арматуралы деп аталады.

Бетонның сығылған аймағындағы тең әсерлі күш

$$N_g = R_g \cdot A_g = R_g \cdot b \cdot x \quad (3)$$

$A_g$  - бетонның сығылған аймағының ауданы. Созылған арматурадағы тең әсерлі күш.

$$N_s = R_s \cdot A_s \quad (4)$$

$A_s$  - созылған арматураның көлденең қимасының ауданы.

Қимада ішкі қос күштер пайда болады. Бетонның сығылған аймағының ауырлық центрінен созылған арматураның ауырлық центріне дейінгі арақашықтықты  $z_g$  - деп белгілейміз:

$$z_g = h_0 - 0,5x; \quad (5)$$

$z_g$  - қос күштің иіні;

Барлық ішкі күштердің бойлық осіне проекцияларының қосындысы нөлге тең болу керек, сонда ішкі күштердің тепе-теңдік шартты осылай жазылады:

$$\begin{aligned} \sum N = 0; \quad N_s - N_b = 0, \text{ немесе} \quad N_s = N_b, \\ R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot x \end{aligned} \quad (6)$$

Тепе-теңдік шартына сәйкес барлық ішкі күштердің созылған арматурадағы тең әсерлі күштің «В» - нүктесіне немесе бетондағы сығылған тең әсерлі күштің «S» - нүктесіне салыстырмалы моменттерінің қосындысы нөлге болу керек.

$$\sum M_s = 0; \quad M - N_b \cdot z_b = 0; \quad M - R_b \cdot b x (h_0 - 0,5x) = 0 \quad (7)$$

$$\sum M_b = 0; \quad M - N_s \cdot z_b = 0; \quad M - R_s \cdot A_s (h_0 - 0,5x) = 0 \quad (8)$$

Осыдан иілген элементтің көлденең қимасының қирау сәтіндегі беріктік шартын шығарып алуға болады.

$$\begin{aligned} M \leq M_{per} \quad M_{per} = N_b \cdot z_b \\ M \leq R_b \cdot b x (h_0 - 0,5x) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} M_{per} = N_s \cdot z_b \\ M \leq R_s \cdot A_s (h_0 - 0,5x) \end{aligned} \quad (10)$$

(9) – бетон бойынша беріктік шартты

(10) – арматура бойынша беріктік шартты.

Практика жүзінде тік бұрышты жалғыз арматуралы элементтерді есептеу үшін көмекші кестені пайдаланады ( $\xi$ ;  $\alpha_m$ ;  $\eta$ )

$$x = \xi \cdot h_0 \quad (11)$$

(11) формула (9), (10) қойсақ

$$M_{per} = R_b \cdot b \cdot \xi h_0 (h_0 - 0,5 \xi h_0) = R_b \cdot b h_0^2 \cdot \xi (1 - 0,5 \xi) = \alpha_m \cdot R_b \cdot b h_0^2 \quad (12)$$

$$\alpha_m = \xi (1 - 0,5 \xi) \quad (13)$$

$$M_{per} = R_s \cdot A_s (h_0 - 0,5 \xi h_0) = R_s \cdot A_s h_0 \cdot (1 - 0,5 \xi) = R_s \cdot A_s \cdot h_0 \cdot \eta \quad (14)$$

$$\eta = 1 - 0,5 \xi \quad (15)$$

Жоғарыда келтірілген формулалардың барлығы  $\xi \leq \xi_R$  болғанда ғана, яғни элементтердің қирауы кернеулік – деформациялық күйдің III кезеңінде 1 жағдайы мен сипатталғанда ғана, жарамды.

Басында айтылып кеткен созылған арматураның қимасының ауданының мөлшеріне қарай элемент 1 жағдай немесе 2 жағдай бойынша қирайды.

ТБ элементтің қимасында арматураның санын ( $\mu$ ) – деген коэффициент сипаттайды.

$$\mu = \frac{A_s}{b h_0} \quad b h_0 = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot \xi}$$

(6) формуладан  $R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot (\xi h_0)$ ;

Сонда 
$$\mu = \frac{A_s \cdot R_b \cdot \xi}{R_s \cdot A_s} = \frac{R_b}{R_s} \cdot \xi \quad (16)$$

$\xi = \xi_R$  тең деп алып  $\mu$  - деген коэффициенттің максималдық шамасын анықтауға болады.

$$\mu_{max} = \frac{R_b}{R_s} \cdot \xi_R \quad (17)$$

ТБ элементтер жеткілікті арматуралау үшін  $\mu$  - деген коэффициент келесі аралықта болу керек

$$\mu_{min} \leq \mu \leq \mu_{max}$$

ТБ элементтердің ең орнықты саналатын ( $\xi$ ) және ( $\mu$ ) коэффициенттердің шамасы белгілі

$$\text{арқалықтар - } \xi = 0,3 - 0,4, \quad \mu = 0,01 - 0,02.$$

$$\text{плиталар - } \xi = 0,1 - 0,15, \quad \mu = 0,003 - 0,006.$$

Тәжірибелердің көрсетуінше 1-жағдай бойынша қирайтын беріктігі жоғары арматуралы элементтерде арматурадағы кернеулер қиманың қирау сәтінде шарты аққыштық шегінен ( $\sigma_{0,1}$ ) асып кетіп, үзілуге уақытша кедергісіне ( $\sigma_u$ ) жақындайды екен. Сондықтан А-IV және одан да жоғары класты арматуралы темір-бетон элементтердің беріктігін есептегенде, егер  $\xi \leq \xi_R$  шарты орындалса, онда ТБЭ



есептегенде арматураның созуға есептік кедергісі ( $R_s$ ) жұмыс жағдайы коэффициентіне ( $\gamma_{s6}$ ) көбейтіледі, мұндағы

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) (2\xi / \xi_R - 1) \leq \eta \quad (18)$$

$\eta$  - деген коэффициентті арматураның класына байланысты:

$$\eta = 1,2 \quad - A - IV; \quad A_T - IVc$$

$$\eta = 1,15 \quad - A - V; \quad A_T - V; \quad B - II; \quad B_p - II; \quad K - 7; \quad K - 19$$

$$\eta = 1,1 \quad - A - VI; \quad A_T - VI$$

Практика жүзінде иілген жалғыз арматураланған элементтердің беріктігін тік қималары бойынша есептегенде үш түрлі есеп кездеседі:

I. Белгілі сырқы жүктеме күштер, бетон мен арматураның кластары, элементтің көлденең қималарының өлшемдері, арматураның қимасының ауданы. Элементтің немесе көлденең қимасының көтергіштік қабілетін тексеру керек.

Берілгені:  $q, F (M)$ ;

Бетонның және арматураның кластары;

Көлденең қималарының өлшемдері -  $b; h; a$ ;

Арматураның қимасының ауданы -  $A_s$ ;

Көтергіштік қабілетін тексеру керек -  $M \leq M_{per}$

Есептің тізбегі:

1) Бетонның және арматураның класына сәйкес есептік кедергісін табу керек  $R_b$ ;

$R_s$ ; қиманың жұмыстық биіктігі  $h_0 = h - a$ ;

2) Бетонның сығылған аймағының биіктігін ішкі күштердің тепе-теңдік шартынан

(6) табылады: 
$$x = \frac{R_s \cdot A_s}{R_b \cdot b};$$

3) Бетонның сығылған аймағының салыстырмалы биіктігі:  $\xi = \frac{x}{h_0}$ ;

Бетонның сығылған аймағының шектік салыстырмалы биіктігі

$$\xi_R = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)}$$

$w = 0,55 - 0,008 \cdot R_b$  - бетонның сығылған аймақтың деформациялық қасиеттерінің сипаттамасы;

$\sigma_{s1}$  - арматурадағы созылған шектік кернеу;

$\sigma_{s1} = R_s - \sigma_{sp}$  - (физикалық аққыштық шегі бар арматуралар  $A-I; II; III;$

$A-IIIв; B_p-I$ );

$\sigma_{s1} = R_s + 400 - \sigma_{sp}$  - (шартты аққыштық шегі бар арматуралар үшін

$A-IV; A-V; A-VI; B-II; B_p-II; K-7; K-19; A-VI$ );

$\sigma_{s2}$  - арматурадағы созылған шектік кернеу;

$\sigma_{s2} = 400$  МПа;

$\sigma_{s2} = 500$  МПа, егер сыртқы күш ұзақ мерзімде әсер бергенде

$$\gamma_{b2} < 1,0$$

$$\text{a) } \xi \leq \xi_R \quad 1\text{-жағдай}$$

$$\text{б) } \xi > \xi_R \quad 2\text{-жағдай}$$

4) Элементтің қимасының беріктігін тексеру керек

$$M \leq M_{per}$$

II. Белгілі сыртқы жүктеме күштер, бетон мен арматураның класстары, элементтің көлденең қималарының өлшемдері. Арматураның қимасының ауданын анықтау керек?

**Берілгені:**  $q; F(M)$

$B15(20); A-II(A-III)$

$b; h; a$

$A_s - ?$

1)  $R_s; R_b;$

$$h_0 = h - a$$

2) (12) формуладан  $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$

III.1 - кесте арқылы кітаптан «Темірбетон конструкциялары» - Байков В.Н., Сигалов Э.Б. және коэффициенттерді анықтау керек.

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$$

$$\eta = 1 - 0,5\xi$$

3)  $\xi_R = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)}$ ;

a)  $\xi \leq \xi_R$

б)  $\xi > \xi_R$

4)  $A_s = \frac{M}{R_s \cdot h_0 \cdot \eta}$  (14) формуладан табылған.

5) Сортамент бойынша арматураның диаметрі және саны анықталады.

III. Берілгені:  $q; F(M)$

Бетонның және арматураның класстары

$a$

1)  $b - ? \quad h - ?$

2)  $A_s - ?$

1)  $R_s; R_b;$

2) Коэффициент  $\xi$  -ді орнықты шамасына тең деп аламыз:

Арқалықтарға:  $\xi = 0,3 \div 0,4$

Плиталар:  $\xi = 0,10 \div 0,15$

Элементтің енін ( $b$ ) –ні қабылдаймыз.

3) (12) формуладан  $h_0$  - табамыз.

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m \cdot R_b \cdot b}}$$

$$\xi(1 - 0,5\xi) = 0,35(1 - 0,5 \cdot 0,35)$$

$$4) h = h_0 + a$$

$$b = (0,3 \div 0,5)h$$

$b, h$  - 50мм еселі болу керек, егер  $h \leq 600$  мм;

- 100мм еселі болу керек, егер биіктігі үлкен шамасында болған кезінде;

5) (12) формуладан  $\alpha_m$  табамыз.

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2}; \quad \xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}$$

$$\xi_R = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)}$$

a)  $\xi \leq \xi_R$

б)  $\xi > \xi_R$

6) (14) формуладан  $A_s = \frac{M}{R_s \cdot h_0 \cdot \eta}$

7) Сортамент бойынша арматураның диаметрі және саны анықталады.

Егер есептеу кезінде  $\xi > \xi_R$  болып шықса, онда жоғарыда айтылғандай қирау 2-жағдай бойынша, яғни сығылған аймақтағы бетонның уатылуынан басталады. Сондықтан бұған жол бермеу үшін элементтің қимасының сығылған аймағын арматурамен күшейтуге тура келеді.

#### 4. Көлденең қимасы тік бұрышты қос жұмыстық арматуралы иілген элементтерді беріктікке есептеу

Егер сығылған аймақтағы бетон сығушы кернеулерді толығымен қабылдай алмаса, ал элементтің биіктігі шектелсе сығылған аймақта сығылған жұмыстық арматура қолданылады.

Элементте ауыспалы таңбалы июші моменттер әсер еткен жағдайда да сығылған жұмыстық арматура қолданылады.

Тікбұрышты қималы қос арматуралы иілген элементтердің қирау жағдайы жалғыз арматуралы иілген элементтерге ұқсас.

Тікбұрышты қималы қос арматуралы иілген элементтердің кернеулік жағдайы және есептік қимасы

Бұл жерде жалғыз арматуралы элементтерден белгілі

$$N_b = R_b \cdot A_b = R_b b x$$

$$N_b = R_s \cdot A_b$$

$$z_b = h_0 - 0,5x$$

Оған қосымша біздің қимада  $N'_s = R_{sc} A'_s$  - бетонның сығылған аймағындағы сығылған жұмыстық арматурадағы тең әсерлі күш қосылады.

$R_{sc}$  - арматураның сығылуға есептік кедергісі;

$A'_s$  - жұмыстық сығылған арматураның есептік ауданы;

$z_s = (h_0 - a')$  - созылған және сығылған арматураның ауырлық центрлердің арасындағы арақашықтық;

Өткендегідей статикалық шарттарды қолданамыз

$$\sum N = 0$$

$$N_s - N_b - N'_s = 0 \text{ немесе } N_s = N_b + N'_s \text{ орнына қойсақ } R_s A_s = R_b b x + R_{sc} A'_s \quad (19)$$

$$\text{Осыдан } x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b \cdot b} \quad (20)$$

Ішкі күштердің  $(N_b; N'_s)$  әсер еткен созылған арматураның ауырлық центріне алынған моменттердің қосындысы нольге тең болу керек  $\sum M_s = 0$ .

$$M - M_{per} = 0$$

$$\begin{aligned} M_{per} &= N_b \cdot z_b + N'_s \cdot z_z = R_b b h (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = \\ &= \|x = \xi h_0\| = R_b b h_0^2 \cdot \alpha_m + R_{sc} A'_s (h_0 - a'); \end{aligned} \quad (21)$$

$$\text{Беріктік шарты } M \leq M_{per} = R_b b h_0^2 \cdot \alpha_m + R_{sc} A'_s (h_0 - a') \quad (22)$$

Сонымен тікбұрышты қималы қос арматуралы иілген элементтерге төмендегідей ереже қолдануға болады:

1) Басында көлденең қиманы жалғыз жұмыстық арматура деп есептейміз, егер  $x > \xi_R h_0$  болса, онда сығылған жұмыстық арматураны қою қажет болады. Тікбұрышты қималы қос арматуралы иілген элементтердің көтергіштік қабілеті бұл жағдайда

$$M = R_b b h_0^2 \cdot \alpha_{mR} + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

Беріктік шарты

$$M \leq M_{per} = R_b b h_0^2 \cdot \alpha_{mR} + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

Бұл теңсіздік бетонның класы В30 немесе одан төмен болғанда және арматураның класы А-III немесе одан төмен болған жағдайда қолданылады.

2) Егерде  $x > x_p$  болса, онда сығылған аймақтың биіктігі төмендегі шарт бойынша алынады.

$$R_{sc} A'_s + R_b b x = \sigma_s \cdot A_s$$

Мұнда  $\sigma_s = R_s \frac{0,2 + \xi_R}{0,2 + \xi + 0,35 \frac{\sigma_{sp}}{R_s} \left(1 - \frac{\xi}{\xi_R}\right)}$  ал  $\xi = \frac{x}{h_0}$  мәні  $R_s$  бойынша есептелінеді, бұл

жерде арматураның жұмыстық шарты коэффициенті еске алынады.

$\sigma_{sp}$  - мәні  $\gamma_{sp} > 1,0$  болған кезде есептелінеді ( $\gamma_{sp}$  - арматураны керудің дәлдік коэффициенті).

Қос жұмыстық арматуралы иілген элементтерді есептегенде екі түрлі есеп кездеседі.

I түрлі есеп. Берілгені:  $M, b, h$

В, А

$A'_s = ?$   $A_s = ?$  - терді табу керек

Шешуі:

1. Кесте арқылы  $R_b, R_s, R_{sc}$ -табамыз

$$2. h_0 = h - a, \quad z_z = h_0 - a'$$

$$3. M = M_{per} \quad \alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2}$$

4.  $\alpha_m$ -нің бойынша кестемен немесе формуламен  $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$

5.  $x = \xi h_0$  тауып оны  $x_R = \xi_R h_0$  мәнімен салыстырамыз. Егер  $x > x_R = \xi_R h_0$  болса, онда жұмыстық сығылған қос арматураны қоюдың қажет болғаны (олай болмаған жағдайда қима жалғыз жұмыстық арматуралы қима болып есептелінеді).

6. Мысалы, біздің жағдайда  $x > \xi_R h_0$  деп алайық. Беріктік шартынан

$$M \leq M_{per} = R_b b h_0^2 \cdot \alpha_{mR} + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

$$\alpha_{mR} = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R)$$

$$A'_s = \frac{M - \alpha_{mR} R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}$$

7. Осы  $A'_s$ -тің мәніне қарап, сығылған арматураның  $\phi, n$  табамыз.

$$8. R_{sc} A'_s + R_b b \xi_R h_0 = R_s \cdot A_s$$

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

9. Осы  $A_s$ -тің мәні бойынша созылған арматураның  $\phi, n$  мәндерін анықтаймыз.

II-түрлі есеп. Берілгені:  $M, b, h$

$$\frac{B, A}{A'_s \quad A_s = ?}$$

Шешуі: Егер сығылған арматураның диаметрлері мен саны берілсе, алдын-ала арматураның ауданын табамыз?

1. Кесте арқылы  $R_b, R_s, R_{sc}$ -табамыз

$$2. h_0 = h - a, \quad z_s = h_0 - a$$

3. Беріктік шартынан  $M \leq M_{per} = R_b b h_0^2 \cdot \alpha_m + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$

$$M = M_{per}$$

$$\alpha_m = \frac{M - R_{sc} A'_s (h_0 - a')}{R_b b h_0^2}$$

4.  $\alpha_m$ -нің мәнімен  $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}$

$$5. x = \xi h_0$$

$$6. x_R = \xi_R h_0$$

a)  $x < x_R$ ,  $A'_s$ - жеткілікті

7. a) Егер осы шарт орындалса. Онда  $A_s$  табамыз?

$$A_s = \frac{R_b}{R_s} b \cdot x + \frac{R_{sc}}{R_s} \cdot A'_s$$

б) Егер  $x > \xi_R h_0$  болса, онда берілген  $A'_s$  - жеткіліксіз болғаны. Бұл жағдайда

$$\alpha_m = \alpha_{mR}, \quad \xi = \xi_R$$

$$A'_s = \frac{M - \alpha_{mR} R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}$$

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

8. Сортамент бойынша  $A_s, A'_s$  арқылы арматураның  $\phi$  және  $n$  табамыз.

III түрлі есеп

Көлденең қиманың беріктігін тексеру туралы есеп.

Берілгені:  $b, h, A_s(\phi, n), A'_s(\phi, n)$

B, A

Қиманың беріктігін тексеру керек

$$M < M_{per}$$

Шешуі:

1. Кесте арқылы  $R_b, R_s, R_{sc}$  -табамыз

2.  $h_0 = h - a, \quad z_s = h_0 - a'$

3. СЫҒЫЛҒАН АЙМАҚТЫҢ БИІКТІГІН

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b \cdot b}$$

4.  $x \leq \xi_R h_0$  шартын тексереміз.

5. а) егер бұл шарт орындалса беріктік шартын тексереміз

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

б) егер  $x > \xi_R h_0 \quad M \leq M_{per} = \alpha_{mR} R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$

$$\alpha_{mR} = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R)$$

$$R_{sc} A'_s + R_b b x = \sigma_s \cdot A_s$$

$$\sigma_s = R_s \frac{0,2 + \xi_R}{0,2 + \xi + 0,35 \frac{\sigma_{sp}}{R_s} \left(1 - \frac{\xi}{\xi_R}\right)}$$

$\xi = \frac{x}{h_0}$  мәні  $R_s$  бойынша есептелінеді.

### Бақылау сұрақтар:

1. Тік бұрышты қималы иілген ТБЭ-дің биіктігі:

A.  $h_0$

B.  $b$

B..  $h$

Г.  $a$

Д.  $x$

2. Тік бұрышты қималы иілген ТБЭ-дің ені:

A..  $b$

Б.  $h$

В.  $h_0$

Г.  $a$

Д.  $x$

3. Тік бұрышты қималы иілген ТБЭ-дің бетонның сығылған аймағының биіктігі:

А.  $b$

Б.  $x$

В.  $h$

Г.  $h_0$

Д.  $a$

4. Тік бұрышты қималы иілген ТБЭ-дің бетонның жұмыстық (есептік) биіктігі:

А.  $h$

Б.  $x$

В.  $b$

Г.  $h_0$

Д.  $a$

5. Тік бұрышты қималы жалғыз арматуралы иілген ТБЭ-дің созылған аймақтағы арматураның қорғаушы қабаттың қалыңдығы:

А.  $h_0$

Б.  $X$

В.  $B$

Г.  $H$

Д.  $a$

6. Тік бұрышты қималы жалғыз арматуралы иілген ТБЭ-дің созылған ұзына-бойлық жұмыстық арматурасының көлденең қимасының ауданы:

А.  $A_S'$

Б.  $A_S$

В.  $A_b$

Г.  $a'$

Д.  $\xi$

7. Тік бұрышты қималы қос арматуралы иілген ТБЭ-дің сығылған ұзына-бойлық арматурасының көлденең қимасының ауданы:

А.  $A_S'$

Б.  $A_S$

В.  $A_b$

Г.  $a'$

Д.  $\xi$

8. Тік бұрышты қималы иілген ТБЭ-дің сығылған бетонының аймағының ауданы:

А.  $A_S$

Б.  $A_S'$

В.  $A_B$

Г.  $a'$

Д.  $\xi$

9. Тік бұрышты қималы қос арматуралы ТБЭ-дің сығылған аймақтағы арматураны қорғаушы қабаттың қалыңдығы:

- А.  $A_b$
- Б.  $A_s'$
- В.  $A_s$
- Г.  $a'$
- Д.  $\xi$

10. Тік бұрышты қималы иілген ТБЭ-дің бетонының сығылған аймағының салыстырмалы биіктігі:

- А.  $A_B$
- Б.  $\xi$
- В.  $A_s'$
- Г.  $A$
- Д.  $a'$

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

### 13. Дәріс

**Тақырып: «Көлденең қимасы тавр пішіндес иілген элементтердің тік қимасы бойынша беріктігін есептеу»**

Жоспар:

1. Тавр пішіндес иілген элементтерді практикада қолдану
2. Екі есептік жағдай
3. Екі есептік жағдайын анықтау шарттары

#### 1. Тавр пішіндес иілген элементтерді практикада қолдану

Тавр қималы иілген элементтер жеке элементтер түрінде (жабын арқалықтары, кран астындағы арқалықтар) және конструкциялардың құрамында (тұтас және қырлы құрастырмалы жабын конструкция) кездеседі.

Тавр қималы элементтер сөреден және қырдан тұрады

$h$  – тавр қималы элементтердің биіктігі;

$b$  – қырдың ені;

$b'_f (b_f)$  – сөренің ені;

$h'_f (h_f)$  – сөренің биіктігі;

$b'_{f1} (b_{f1})$  – сөренің шығып тұратын бөлігінің ені (сөренің асылу ені)



Тавр пішіндес қималар тік бұрышты элементтерге карағанда өте үнемді болады, себебі созылған аймақтағы бетонның шығыны азаяды.

созылған аймақтағы сөрені есептегенде ескерілмейді (бетонның жұмысы созылуға ескерілмейді).

$$b'_f = b + 2b'_{f1}$$

$b'_{f1}$  - (2.03.01-84 - ҚМЖЕ) бойынша шектеледі.

А) Тавр қималар конструкцияның құрамында болған жағдайда

- 1)  $b'_{f1} \leq \frac{1}{6} \ell$ ,  $\ell$  - аралық
- 2) егер  $h'_f \geq 0,1h$ ,  $b'_{f1} \leq \frac{1}{2}c$
- 3) егер  $h'_f < 0,1h$ ,  $b'_{f1} \leq 6h'_f$

Б) Жеке конструкцияларға

- 1) егер  $h'_f \geq 0,1h$ ,  $b'_{f1} \leq 6h'_f$
- 2) егер  $0,05h \leq h'_f < 0,1h$ ,  $b'_{f1} \leq 3h'_f$
- 3)  $h'_f < 0,05h$ ,  $b'_{f1} = 0$

## 2. Екі есептік жағдай

Тавр қималы иілген элементтерді беріктікке есептегенде екі есептік жағдай кездеседі.

### 1 – есептік жағдай

$x \leq h'_f$ , сығылған аймақ сөренің бойында жатады.

Бұл жағдайда тавр қималы иілген элементтер көлденең қимасы тік бұрышты жалғыз арматуралы элементтер сияқты есептелінеді, тек қана бұрынғы (b)-ның орнына ( $b'_f$ ) алынады. ( $b'_f x h_0$ ) – тік бұрышты элементтердің қимасының өлшемі

$$N_s = R_s \cdot A_s \quad (1)$$

$$N_b = R_b \cdot A_b = R_b \cdot (b'_f \cdot x) \quad (2)$$

$$\sum N = 0 \quad N_s - N_b = 0; \quad R_s A_s - R_b \cdot A_b = 0 \quad (3)$$

$$R_s \cdot A_s = R_b \cdot b'_f \cdot x \quad x = \frac{R_s A_s}{R_b \cdot b'_f} \quad (4)$$

Беріктік шарты  $\sum M = 0 \quad (5)$

а)  $\sum M_s = 0, \quad M - M_{per} = 0 \quad M \leq M_{per} \quad (6)$

Бетон бойынша беріктік шарты

$$\begin{aligned} M_{per} &= N_b \cdot z_b = R_b \cdot b'_f \cdot x (h_0 - 0,5x) = |x = \xi h_0| = R_b b'_f \xi h_0 (h_0 - 0,5\xi h_0) = \\ &= R_b b'_f h_0^2 \cdot \xi (1 - 0,5\xi) = \alpha_m R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2 \\ \alpha_m &= \xi (1 - 0,5\xi) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\text{б) } \sum M_b = 0, \quad M - M_{per} = 0 \quad M \leq M_{per} \quad (8)$$

Арматура бойынша беріктік шарты

$$\begin{aligned} M_{per} &= N_s \cdot z_b = R_s \cdot A_s (h_0 - 0,5x) = |x = \xi h_0| = R_s A_s (h_0 - 0,5\xi h_0) = \\ &= R_s A_s h_0 (1 - 0,5\xi) = R_s \cdot A_s \cdot h_0 \cdot \varphi \end{aligned} \quad (9)$$

$$\varphi = 1 - 0,5\xi$$

## 2 – есептік жағдай

Сығылған аймақтың биіктігі сөренің биіктігінен төмен орналасады, яғни  $x > h'_f$ . Бұл жағдайда тавр қималы шартты түрде екі қимаға бөлеміз:

- 1) бір қима - қырдан тұрады;
- 2) екінші қима – сөреден

Бірінші және екінші қималар үшін

$$N_s = N_{s1} + N_{s2} \quad (10)$$

$$N_b = N_{b1} + N_{b2} \quad (11)$$

$$N_{s1} = R_s A_{s1} \quad (12)$$

$$N_{s2} = R_s A_{s2} \quad (13)$$

$$N_{b1} = R_b \cdot A_{b1} = R_b \cdot b \cdot x \quad (14)$$

$$N_{b2} = R_b \cdot A_{b2} = R_b (b'_f - b) \cdot h'_f \quad (15)$$

1)  $\sum N = 0$ - ішкі күштердің бойлық оське проекцияларының қосындысы нольге тең болу керек.

$$N_s - N_b = 0 \quad (16)$$

$$N_{s1} + N_{s2} = N_{b1} + N_{b2} \quad (17)$$

$$R_s (A_{s1} + A_{s2}) = R_b \cdot b \cdot x + R_b (b'_f - b) h'_f \quad (18)$$

$$x = \frac{R_s A_s - R_b (b'_f - b) \cdot h'_f}{R_b \cdot b} \quad (19)$$

2) Беріктік шарты:

$$\sum M_s = 0, \quad M - M_{per} = 0 \quad M \leq M_{per} \quad (20)$$

$M_{per} = M_{per1} + M_{per2}$  - элементтің көтергіштік қабілеті

$$M_{per1} = N_{b1} \cdot z_{b1} = R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5x) = |x = \xi h_0| = R_b \cdot b \cdot \xi h_0 (h_0 - 0,5\xi h_0) = \alpha_m R_b \cdot b h_0^2$$

$$M_{per2} = N_{b2} \cdot z_{b2} = R_b \cdot (b'_f - b) h'_f \cdot (h_0 - 0,5h'_f);$$

$$M \leq M_{per} = \alpha_m R_b \cdot b h_0^2 + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5h'_f) \quad (21)$$

$$\sum M_b = 0, \quad M - M_{per} = 0 \quad M \leq M_{per} \quad (22)$$

$$M_{per} = M_{per1} + M_{per2}$$

$$M_{per1} = N_{s1} \cdot z_{b1} = R_s \cdot A_{s1} b (h_0 - 0,5x) = R_s \cdot A_{s1} \cdot h_0 - 0,5\xi h_0 = R_s \cdot A_{s1} \cdot h_0 \cdot \varphi$$

$$M_{per2} = N_{s2} \cdot z_{b2} = R_s \cdot A_{s2} \cdot (h_0 - 0,5h'_f)$$

$$M \leq M_{per} = R_s A_{s1} h_0 \cdot \varphi + R_s \cdot A_{s2} (h_0 - 0,5h'_f) \quad (23)$$

### 3. Екі есептік жағдайдың анықталу шарттары

А) Егер көлденең қима туралы барлық мәліметтер белгілі болса

$$R_s A_s \leq R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \quad (24)$$

(24) орындалған жағдайда 1 есептік жағдай, яғни  $x \leq h'_f$ ;

$$R_s A_s > R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \quad (25)$$

орындалған жағдайда 2 есептік жағдай, яғни  $x > h'_f$ ;

Б)  $A_s$  белгілі болмаса

$$M \leq M_{per} = R_b \cdot b'_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f) - 1 \text{ есептік жағдай } x \leq h'_f \quad (26)$$

$$M > M_{per} = R_b \cdot b'_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f) - 2 \text{ есептік жағдай } x > h'_f \quad (27)$$

#### Бақылау сұрақтар:

1. Тік бұрышты қималы жалғыз арматуралы иілген ТБЭ-дің сығылған бетондағы және созылған арматурадағы қос күштердің иіні:

- А.  $Z_S = h_0 - a'$
- Б.  $Z_B = h_0 - 0,5 \cdot X$
- В. X
- Г. B
- Д. H

2. Шектік жағдайлардың I тобы бойынша арматураның есептік кедергісі:

- А.  $R_S$
- Б.  $R_{S, SER}$
- В.  $R_{Sn}$
- Г.  $R_S \omega$
- Д.  $R_{S, inc}$

3. Шектік жағдайлардың II тобы бойынша арматураның есептік кедергісі:

- А.  $R_{S, SER}$
- Б.  $R_S$
- В.  $R_{Sn}$
- Г.  $R_S \omega$
- Д.  $R_{S, inc}$

4. Арматураның созылуға мөлшерлік кедергісінің белгілейтін индекс:

- А.  $R_S$
- Б.  $R_{S, SER}$
- В.  $R_{Sn}$
- Г.  $R_S \omega$
- Д.  $R_{S, inc}$

5. Тік бұрышты қималы жалғыз арматуралы иілген ТБЭ-дің сығылған және созылған арматурадағы тең әсерлі күштердің иіні:

- А. X
- Б.  $Z_B = h_0 - 0,5 \cdot X$
- В.  $Z_S = h_0 - a'$
- Г. B
- Д. h

6. Иілген ТБК-лардың көтергіштік қабілеті келесі шарт бойынша тексеріледі:
- А.  $M \leq M_{per}$
  - Б.  $M_n \leq M_{crc}$
  - В.  $a_{crc} \leq [a_{crc}]$
  - Г.  $f \leq [f]$
  - Д.  $N \leq N_{per}$
7. Шектік жағдайлардың I-тобының беріктік шартының жалпы түрі?
- А.  $T \leq T_{crc}; a_{crc} \leq \{ a_{crc} \}; f \leq [f]$
  - Б.  $a_{crc} \leq [a_{crc}]$
  - В.  $N \leq N_{cr}$
  - Г.  $T(g_n, V_n, Y_f, Y_n, C) \leq T_{per}(B, h, R_{bn} Y_b Y_{bi} R_{sn} Y_s Y_{si})$
  - Д.  $M \leq M_{crc}$
8. Шектік жағдайлардың II-тобының беріктік шартының жалпы түрі?
- А.  $N \leq N_{зук}$
  - Б.  $M \leq M_{зук}$
  - В.  $N \leq N_{cr}$
  - Г.  $T \leq T_{зук}$
  - Д.  $T \leq T_{crc}; a_{crc} \leq \{ a_{crc} \}; f \leq [f]$
9. ТБЭ-тері I-жағдай бойынша қирағанда қандай шарт орындалуы керек?
- А.  $M \leq M_{per}$
  - Б.  $\xi \leq \xi_R$
  - В.  $\xi > \xi_R$
  - Г.  $\sigma_s \leq R_s$
  - Д.  $N \leq N_{cr}$
10. ТБЭ-тері II-жағдай бойынша қирағанда қандай шарт орындалуы керек?
- А.  $\xi > \xi_R$
  - Б.  $M \leq M_{per}$
  - В.  $\xi \leq \xi_R$
  - Г.  $\sigma_s \leq R_s$
  - Д.  $N \leq N_{cr}$

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.
3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары»

## 14 Дәріс

### Тақырып: «Темірбетон иілген элементтерді көлбеу қималары бойынша беріктікке есептеу»

Жоспар:

1. Темірбетон иілген элементтердің көлбеу қималары бойынша жұмысы
2. Темірбетон иілген элементтердің беріктігін көлденең күштердің әсерінен көлбеу жарықшақтардың арасындағы сығылған бетонның жолақ бойынша есептеу
3. Темірбетон иілген элементтердің көлбеу қималарын көлденең күштер әсеріне есептеу
4. Темірбетон иілген элементтердің көлбеу қималарын июші моменттер әсеріне есептеу
5. Көлденең арматурасыз темірбетон элементтерді есептеу

#### 1. Темірбетон иілген элементтердің көлбеу қималары бойынша жұмысы

Көптеген эксперименттердің нәтижесі темірбетон иілген элементтердің тіректерінің маңайында көлбеу жарықшақтардың пайда болуы мүмкін екендігін көрсетіп отыр. Темірбетон иілген элементтердің көлбеу қималары бойынша қирауы июші моменттер мен көлденең күштердің бір мезгілде әсер етуінің салдары.

Арқалықтың қимасында июші моменттен ( $M$ )-тік кернеулер ( $\sigma_x, \sigma_y$ ), ал көлденең күштен ( $Q$ ) жанама кернеулер ( $\tau_{xy}, \tau_{yx}$ ) пайда болатындығы материалдар кедергісі пәнінен белгілі.

Арқалықтың көлбеу қималарында тік және жанама кернеу арқасында басты созушы кернеулер пайда болады

$$\sigma_{mc}^{mt} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2}{4} + \tau_{xy}^2} \quad (1)$$

Басты созушы немесе сығушы кернеулер  $\sigma_{mt} = R_{bt}$ ;  $\sigma_{mc} = R_b$  бетонның есептік кедергісіне жеткенде темірбетон элементтерінің қирауы басталады.

Басты сығушы кернеу ( $\sigma_{mc}$ ) бетон үшін қауіпті емес, себебі бетон сығылуға жақсы жұмыс істейді. Осы кернеу жұқа қабырғалы ТБЭ-терге және қысқа тіреуішке (консоль) қауіпті болады.

ТБЭ-терге тым қауіпті деп басты созушы кернеу ( $\sigma_{mt}$ ) саналады. Басты созушы кернеу  $\sigma_{mt} = R_{bt}$  бетонның есептік созушы кернеуіне жеткенде ТБЭ-те көлбеу жарықшақтар пайда болады.

Сурет.

ТБЭ-ті жүктегенде көлбеу жарықшақтар біртіндеп ашылып және осы (I-I) көлбеу қима бойынша элемент екі бөлікке бөлінеді. Бұл екі бөлік сығылған бетон мен және көлбеу жарықшақты қиып өткен арматурамен қосылады (бойлық және көлденең стержіндер).

ТБЭ-ті одан ары жүктегенде көлденең және бойлық арматурада, сығылған бетонда кернеудің шамасы жоғарылайды. Көптеген жағдайда бірінші көлденең арматурада созылған кернеу ( $\sigma_{sw}$ ) есептік кедергісіне жетеді  $\sigma_{sw} = R_{sw}$ . Одан кейін бойлық

арматурада немесе сығылған бетонда кернеудің шамасы шектік шамасына жетеді ( $\sigma_s = R_s$ ;  $\sigma_b = R_b$ ). Осыған байланысты элементтің қирауы көлбеу қимада екі жағдай бойынша өтеді.

1 жағдай: ТБЭ-тер әлсіз бойлық стержіндермен арматураланған кезде бойлық және көлденең арматурада кернеудің шамасы есептік кедергісіне жетеді -  $\sigma_s = R_s$ ;  $\sigma_{s\omega} = R_{s\omega}$ . Элементтің екі бөлігі бетонның сығылған аймағының ауырлық центріне (В-нүкте) салыстырмалы өзара бұрылады ( $\sigma_b = R_b$ ).

Июші момент әсер еткенде көлбеу қиманың беріктігі жеткілікті болмағанда элементтің қирауы 1 жағдай бойынша өтеді.

2 жағдай: Күшті және жақсы анкерленген бойлық арматура элементтің екі бөлігінің бұрылуына кедергі болады. Бойлық арматурада кернеу шектік шамасына жетпей тұрып ( $\sigma_s < R_s$ ), сығылған аймақта бетон қирайды ( $\sigma_b = R_b$ ). Сол кезде көлденең арматурада кернеудің шамасы шектік шамасына жетеді ( $\sigma_{s\omega} = R_{s\omega}$ ).

Көлденең күш әсер еткенде көлбеу қиманың беріктігі жеткілікті болмағанда элементтің қирауы 2-жағдай бойынша өтеді.

ТБИ элементтердің көлбеу қималары бойынша беріктігін қамтамасыз ету үшін келесі есептер жасау керек:

- 1) Жарықшақтардың арасындағы сығылған бетонның көлбеу жолақ бойынша;
- 2) Көлбеу жарықшақ бойынша көлденең күштің әсеріне;
- 3) Көлбеу жарықшақ бойынша июші моменттің әсеріне;
- 4) Көлбеу жарықшақтардың дамуын шек қою шартына (көлденең арматурасыз элементтерді есептеу).

## **2. Темірбетон иілген элементтердің беріктігін көлденең күштердің әсерінен көлбеу жарықшақтардың арасындағы сығылған бетонның жолақ бойынша есептеу**

Көлбеу жарықшақтардың арасындағы бетон жолағы екі осьтік кернеулік жағдайда болады: жол бойымен ( $\sigma_{mc}$ ) бас сығушы кернеулер әрекет етеді, ал жолаққа көлденең бағытта – созушы кернеулер көлденең арматурадан бетонға әсер береді. Осы жағдайдағы бетонның беріктігі бір осьтік сығылуға қарағанда

төмен болады. Сондықтан көлбеу жарықшақтар арасындағы бетонның сығылуға беріктігін қамтамасыз ету үшін келесі эмпирикалық шарт орындалуы тиіс.

$$Q \leq 0,3\varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot bh_0, \quad (2)$$

Мұндағы:  $\varphi_{w1} = 1 + \eta \cdot \alpha \cdot \mu_0$

$\varphi_{w1}$  - көлденең арматураның әсерін еске алатын коэффициент;

$\eta = 5$  - көлденең стерженьдер бойлық оське тік болған кезде;

$\eta = 10$  - көлденең және бойлық стерженьдердің арасындағы бұрыш  $45^0$  тең болған кезде;

$\alpha = E_s / E_b$ ;  $\mu = A_{sw} / s \cdot b$ ;

$\mu$  - көлденең стерженьдермен арматуралау коэффициенті;

$s$  - көлденең стерженьдердің адымы.

$\varphi_{b1} = 1 - 0,01R_b$  ауыр бетон үшін;

$\varphi_{b1} = 1 - 0,02R_b$  жеңіл бетон үшін;

$\varphi_{b1}$  екі осьтік кернеулік жағдайда бетонның беріктігі төмендеумен ескеретін коэффициент.

Егер (2) – шарт орындалмаса онда көлденең қиманың өлшемдерін немесе бетонның классын жоғарлату керек.

### 3. ТБ элементтердің көлбеу қималарын көлденең күштер әсеріне есептеу.

Жалпы жағдай үшін бірқалыпты таралған күштермен жүктелген арқалықтың көлбеу қимасының есептік схемасын қарастырайық.

Көлбеу қиманың беріктігін қамтамасыз ету үшін (3) шарт орындалу керек.

$$Q_D \leq Q_{sw} + Q_{sinc} + Q_b, \quad (3)$$

$$Q_D \leq \sum R_{sw} A_{sw} + R_{sw} A_{sinc} \cdot \sin \alpha + Q_b, \quad (4)$$

Мұндағы:  $Q_D = Q - qc$  (5) арқалықтың көлбеу қимасының аяғы арқылы (Д-нүктесі) өтетін көлденең күш;

$Q$  - тіректегі көлденең күш;  $c$  – элементтің ең қауіпті көлбеу қиманың бойлық осіне проекциясының ұзындығы.

$Q_{sw} = \sum R_{sw} \cdot A_{sw} = q_{sw} \cdot c$ ; (6) – жарықшақты қиып өткен көлденең стерженьдегі күштердің қосындысы;

$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot f_{sw} \cdot n}{s} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s}$ ; (7) – элементтің ұзындық бірлігіндегі көлденең

стерженьдегі шектік күштер;

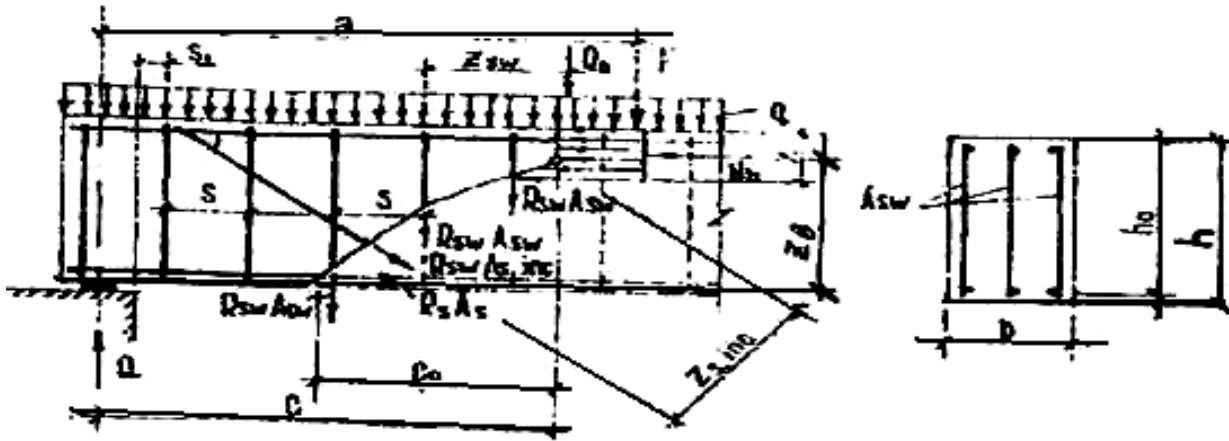
$S$  - көлденең стерженьдердің адымы;  $n$  – элементтің көлбеу қимасындағы көлденең стерженьдердің саны;

8 - Сурет

Сурет. Көлденең күштер әсері

$Q_{sinc} = \sum R_{sw} \cdot A_{sinc} \cdot \sin \alpha$ , (8) – жарықшақты қиып өткен көлбеу стерженьдегі күштердің қосындысы;

$\alpha$  - көлбеу стерженьдердің еңкіштік бұрышы;



$$Q_b = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} b h_0^2}{c}, \quad (9) \text{ – сығылған бетон аймағындағы көлденең күш};$$

мұндағы:  $\varphi_{b2}$  - бетонның түрін ескеретін коэффициент (ауыр бетон үшін  $\varphi_{b2} = 2$ ; жеңіл бетон үшін 1,5-1,9; ұсақ дәнді бетон  $\varphi_{b2} = 1,7$ )

$\varphi_f = 0,75(b'_f - b)h'_f / b h_0 \leq 0,5$ , тавр және қос тавр қималардың сығылған сөресінің әсерін ескеретін коэффициент;

$\varphi_n$  - бойлық күштердің әсерін ескеретін коэффициент;  $\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt} b h_0} \leq 0,5$ , егер күшсалмақтардан немесе алдын-ала қысыпсығылу күштен бойлық сығылу күш пайда болған кезде;

$$\varphi_n = -0,2 \frac{N}{R_{bt} b h_0} \leq 0,8, \text{ бойлық созушы күш бар болған кезде.}$$

Барлық жағдайларда  $(1 + \varphi_f + \varphi_n) \leq 1,5$  болып қабылданады.

Жобалау практикасында көп жағдайда тек қана көлденең өзектер (қамыт) қойылады. Бұл кезде беріктік шарты келесі түрінде жазылады:

$$Q_D = Q_b + Q_{s\omega} \quad (10)$$

$$Q_D = Q - \rho \cdot c \quad (11)$$

$$Q_{s\omega} = \sum R_{s\omega} \cdot A_{s\omega} = q_{s\omega} \cdot C \quad (12)$$

$$q_{s\omega} = \frac{R_{s\omega} \cdot f_{s\omega} \cdot n}{S} = \frac{R_{s\omega} \cdot A_{s\omega}}{S} \quad (13)$$

Тік бұрышты алдын – ала керілмеген ТБЭ-тер үшін  $\varphi_f = 0; \varphi_n = 0$ ;

$$Q_b = \varphi_{b2} \cdot R_{bt} b h_0^2 / C \quad (13')$$

10-формулаға 11,12,13' енгізген жағдайда:

$$Q - \rho c \leq \varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2 / C + q_{s\omega} \cdot C \quad (14)$$

$$Q \leq \varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2 / C + (q_{s\omega} + \rho) C \quad (15)$$



$$Q \leq B/C + (q_{sw} + \rho)C \quad (16)$$

Көлбеу қиманың көтергіштік қабілетті ең төмен кезде келесі шарт орындалады.

$$\frac{dQ}{dC} = (q_{sw} + \rho) - \frac{B}{C^2} = 0 \quad (17)$$

(17) – формуладан көлбеу қиманың бойлық өсіне проекциясының ұзындығы

$$C = \sqrt{\frac{B}{q_{sw} + \rho}} = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{q_{sw} + \rho}} \quad (18)$$

(18) – формуланы (15) формулаға қойсақ, онда көлденең күш бойынша беріктік шарты келесі түрінде жазылады

$$Q \leq 2\sqrt{B(q_{sw} + \rho)} = 2\sqrt{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2 (q_{sw} + \rho)} \quad (19)$$

мұндағы:  $\rho$  - бірқалыпты таралған сыртқы күшсалмақ

$$\text{Егер } \rho = 0, \quad Q \leq 2\sqrt{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2 \cdot q_{sw}} \quad (20)$$

$$\text{Бұл жағдайда} \quad C = \sqrt{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2 / q_{sw}} \quad (21)$$

Көлбеу қиманың бойлық өсіне проекциясының ұзындығы  $C \leq 2h_0$  аспау керек.

Иілген элементтерде көлбеу жарықшақтың пайда болуын келесі эмпирикалық формула арқылы анықтайды

$$Q \leq \varphi_{b3} R_{bt} \cdot b h_0 \quad (22)$$

мұндағы:  $\varphi_{b3} = 0,6$  - ауыр бетон үшін.

(22) – шарт орындалған да көлбеу жарықшақтар пайда болмайды. Бұл жағдайда көлбеу қималарын көлденең күштер әсеріне есептеу қажетті емес және қамыт өзектерді конструкциялық талаптар бойынша тағайындайды.

Көлденең стержіндер дәнекерлеу шарты бойынша қойылады. [IX қосымша кесте, «Темірбетон конструкциялары», Байков В.Н., М.Стройиздат-1991г.]. Көлденең стержіндер адымын тапқан кезде келесі конструкциялық талаптар қолданады:

- элементтің тіректердің маңайында ұзындығы  $\frac{1}{4} \ell_0$ -тең учаскеде  $S_1 \leq \frac{1}{2} h$ ,

$$S_1 \leq 150 \text{ мм егер } h \leq 450 \text{ мм}; S_1 \leq \frac{1}{3} h, S_1 \leq 300 \text{ мм егер } h > 450 \text{ мм} \quad (23)$$

$$\text{- элементтің аралық ортасында } S_2 \leq \frac{3}{4} h, S_2 \leq 500 \text{ мм} \quad (24)$$

(22)-шарт орындалмаған жағдайда көлбеу жарықшақтар пайда болады, бұл кезде көлбеу қималарын көлденең күштер әсеріне есептеу керек және көлденең стержіндердің адымын есеп бойынша табу керек.

### Есептің тізбегі:

1) 20-формуладан  $q_{sw} = \frac{Q^2}{4\varphi_{b2} \cdot R_{bt} b h_0^2}$  (25)

2) 7-формуладан есептік адым  $S = \frac{R_{sw} \cdot f_{sw} \cdot n}{q_{sw}}$  (26)

3) Көлденең стержіндердің адымын максимальдық шамасы (13')-шартынан табылады.

$$S_{\max} = \frac{0,75 \cdot \varphi_{b2} \cdot R_{bt} b h_0^2}{Q} \quad (27)$$

мұндағы: 0,75—көлденең стержіндерді орналастырған кездегі дәлсіздік-терін еске алатын коэффициент.

4) Қамыт өзектердің адымын конструкциялық талаптар бойынша (23, 24) табады.

5) 23,24,26,27 – шартынан табылған адымнан ең минимальдық шамасын қабылдайды. Қабылданған адымның шамасы 50 мм еселі болу керек.

Мысал:

Тік бұрышты арқалықтың көлденең арматурасын қабылдау керек.

Геометриялық өлшемдері:  $b = 20\text{см}$ ,  $h = 40\text{см}$ ,  $a = 3\text{см}$ ,  $\ell = 6\text{м}$ ; Көлденең күштің шамасы  $Q = 70\text{кН}$ . Бетонның класы В30; Бойлық және көлденең арматураның класы А-II, төменгі аймақта 2φ18мм, ал жоғарғы аймақта 2φ16мм.

#### 4. Темірбетон иілген темірбетон элементтердің көлбеу қималарын июші моменттер әсеріне есептеу

Элементтердің беріктігі азайған учаскілерінде көлбеу қима өтетін болса, бұл қиманы июші момент әсеріне есептеу керек:

- арқалықта бойлық арматура үзілген жерінде;
- элементтердің пішін үйлесімі өзгерген жерінде;
- тіреуіштің бас ұшында бойлық арматураның арнаулы анкерлері болмаған жағдайда.

ТБЭ-дің көлбеу қиманың беріктігін қамтамасыз ету үшін келесі орындалуы тиіс.

$$M \leq M_{per} = R_s A_s \cdot z_s + \sum R_{sw} A_{sw} z_{sw} + \sum R_{sw} A_{s,inc} \cdot z_{s,inc} \quad (28)$$

(28)-формулада оң жағы көлбеу қиманы қиып өткен бойлық, көлденең және көлбеу стержіндерден сығылған бетонның ауырлық центріне (D-нүкте) салыстырмалы моменттердің қосындысына тең.

Егер барлық бойлық арматураны жақсы арнерленген жағдайда және тіректерге дейін жеткізілген болса, онда беріктік шартты июші моменттің әсеріне барлық қимада орындалады. Бұл жағдайда көлбеу қималарын июші моменттер әсеріне есептеу қажет емес.

Арқалық конструкцияларда болат шығынын үнемдеу үшін бойлық стержіндерді тіректерге дейін жеткізбейді, есеп бойынша қажетті емес учаскілерде бойлық

стержіндерді үзеді. Үзілетін стержіндерді теориялық бойынша ұзу нүктесінен артына  $W$ -ұзындыққа жеткізу керек.  $W$ -ұзындығы көлденең күштің әсерінен көлбеу қиманың беріктігі шартынан табылады:

$$W \geq 20d_s \quad (29)$$

$$W \geq \frac{Q}{2q_{so}} + 5d_s \quad (30)$$

Бойлық стержіндердің теориялық әдіс бойынша ұзу нүктесін графикалық немесе аналитикалық тәсілдер бойынша табуға болады.

### 5. Көлденең арматурасыз элементтерді есептеу

Кейбір ТБК-ларда көлденең стержіндерді орналастырмасда болады – тұтас плиталарда, биіктігі 15 см төмен арқалықтарда, биіктігі 30см-ден төмен қуысты құрастырмалы плиталарда. Бұл жағдайда  $Q_{so} = Q_{s,inc} = 0$ . Көлбеу қиманың беріктігі шартты  $Q_D \leq \varphi_{b3}(1 + \varphi_n)R_{bt}bh_0^2 / C$  (31)

$$\varphi_{b4}(1 + \varphi_n)R_{bt}bh_0 \leq Q_D \leq 2,5R_{bt}bh_0 \quad (32)$$

Мұндағы:  $\varphi_{b3} = 1,5$  ауыр бетон үшін;  $\varphi_{b3} = 1 \div 1,2$  жеңіл және ұсақ дәнді бетон;  $c \leq 2h_0$  - ең қауіпті көлбеу қима элементтің бойлық осіне проекциясының ұзындығы.

### Бақылау сұрақтар:

- Қимасы тік бұрышты жалғыз жұмыстық арматуралы иілген т.б) элементтерінің ішкі күштердің тепе-теңдік шарты
  - $R_s A_s = R_b \cdot B \cdot X + R_{sc} A_s$
  - $R_s A_s = R_b \cdot B \cdot X$
  - $M \leq R_B \cdot B \cdot X(h_0 - 0,5x) + R_B(B_f - B)hf (h_0 - 0,5hf)$
  - $R_s A_s = R_b \cdot B \cdot X + R_B(B_f - B)hf$
  - $N = R_b \cdot B \cdot X + R_{sc} A_s - R_s A_s$
- Қимасы тік бұрышты жалғыз жұмыстық арматуралы иілген т.б) элементтерінің бетон және арматура бойынша беріктік шарты
  - $M \leq R_B \cdot B \cdot X(h_0 - 0,5x) + R_B(B_f - B)hf (h_0 - 0,5hf)$
  - $N = R_b \cdot B \cdot X(h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s(h_0 - a)$
  - $N = R_b \cdot B \cdot X + R_{sc} A_s - R_s A_s$
  - $M \leq R_B \cdot B \cdot X(h_0 - 0,5x); M \leq R_s A_s(h_0 - 0,5x)$
  - $M \leq R_B \cdot B \cdot X(h_0 - 0,5x) + R_{sc} A_s(h_0 - a)$
- Қимасы тік бұрышты қос арматуралы иілген т.б) элементтерінің ішкі күштерін тепе-теңдік шарты
  - $R_s A_s = R_b \cdot B \cdot X + R_{sc} A_s'$
  - $R_s A_s = R_b \cdot B_f \cdot X$
  - $R_s A_s = R_b \cdot B_f \cdot X + R_{sc} A_s$
  - $N = R_b \cdot B \cdot X + R_{sc} A_s - R_s A_s$
  - $R_s A_s = R_b \cdot B \cdot X + R_B(B_f - B)hf$
- Қимасы тік бұрышты қос арматуралы иілген т.б. элементтерінің беріктік шарты

- А.  $M \leq R_B \cdot b \cdot x(\gamma_0 - 0,5 x)$   
 Б.  $M \leq R_B \cdot b \cdot x(\gamma_0 - 0,5 x) + R_B (B_f - B) \gamma_f (\gamma_0 - 0,5 \gamma_f)$   
 В.  $M \leq R_s A_s (\gamma_0 - 0,5 x)$   
 Г.  $M \leq R_B \cdot b \cdot x(\gamma_0 - 0,5 x) + R_{sc} A_s' (\gamma_0 - a^1)$   
 Д.  $N_e \leq R_B \cdot b \cdot x(\gamma_0 - 0,5 x) + R_{sc} A_s (\gamma_0 - 0,5 x)$
5. Қимасы тік бұрышты жалғыз жұмыстық арматуралы иілген т.б. элементтерінің сығылған аймағының биіктігі
- А.  $x = R_s A_s / R_B \cdot b$   
 Б.  $h_0 = h - a$   
 В.  $\omega = x_0 / h_0$   
 Г.  $\xi = x / \gamma_0$   
 Д.  $\xi_R = \omega / (1 + \sigma_{s1} / \sigma_{s2} (1 - \omega / 1, 1))$
6. Қимасы тік бұрышты жалғыз жұмыстық арматуралы иілген т.б. элементтерінің көлденең қимасының жұмыстық биіктігі?
- А.  $\omega = x_0 / h_0$   
 Б.  $h_0 = h - a$   
 В.  $\xi = x / \gamma_0$   
 Г.  $x = R_s A_s / R_B \cdot b$   
 Д.  $\xi_R = \omega / (1 + \sigma_{s1} / \sigma_{s2} (1 - \omega / 1, 1))$
7. Қимасы тік бұрышты жалғыз жұмыстық арматуралы иілген ТБЭ бетонының сығылған аймағының ауданы?
- А.  $A_{red} = \alpha \cdot A_s$   
 Б.  $A_b = N / (\mu R_{sc} + R_b)$ ;  
 В.  $A_b = B_f \cdot h_f$   
 Г.  $A_b = B \cdot X$   
 Д.  $A_{red} = A_b + \alpha \cdot A_s$
8. Қимасы тік бұрышты жалғыз жұмыстық арматуралы иілген ТБЭ жұмыстық созылған арматураның ауданы?
- А.  $A_s = (M - \alpha_r R_b \cdot b h_0^2) / R_{sc} \cdot z_s$ ;  
 Б.  $A_s = (\xi_r \cdot R_b \cdot B h_0 - N) / R_s + A_s \cdot R_{sc} / R_s$   
 В.  $A_s = M / R_s \cdot h_0 \cdot \varphi$   
 Г.  $A_s = A_s \cdot R_{sc} / R_s + \xi_R \cdot R_B \cdot b h_0 / R_s$   
 Д.  $A_s = [\xi \cdot b h_0 + (B_f - B) h_f] R_B / R_s$
10. Қимасы тік бұрышты жалғыз арматуралы иілген ТБЭ бетонының сығылған аймағындағы тең әсерлі күш?
- А.  $N_B = R_B \cdot B x + R_B (B_f - B) h_f$   
 Б.  $N_B = R_B \cdot B x = R_s A_s$ ;  
 В.  $N_B = R_s A_s - R_{sc} A_s$   
 Г.  $N_b = N - R_{sc} A_s + R_s A_s$   
 Д.  $N_s = R_s A_s$

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.  
 2. Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с.

3. Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
4. Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
5. СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».

## **15 Дәріс**

### **Тақырып: «Тас және арматураланған тас конструкциялардың түрлері және материалдары»**

Жоспар:

- a. Жалпы талаптар
- b. Тас қалауының материалдары
- c. Тас материалдарының беріктігі және төзімділігі
- d. Арматураланбаған тас қалауының беріктік және деформациялық сипаттамалары

#### **1. Жалпы талаптар**

Тас және арматураланған тас конструкцияларын тұрғызу үшін жасанды және табиғи материалдары қолданылады:

- кірпіш;
- табиғи тастар;
- майда және ірі блоктар мен панельдер;
- беттік қаптама және жылудан оқшаулайтын материалдар;
- құрылыс ерітіндісі;
- бетон және арматура.

Осы аталған материалдардың сапалық көрсеткіштері тиісті МЕУЛ –лердің талаптарына қанағаттандыруы керек (негізгі көрсеткіштері – тығыздығы, беріктігі, аязға төзімділігі...).

Құрылысқа әкелінген тас материалдарының зауыттық құжаты (паспорты) болуы керек. Осы құжатта беріктік, тығыздық және аязға төзімділік туралы мәліметтер келтірілген. Егер бұл құжат жоқ болса құрылыс мекемесі сынауды өткізіп жоғарыда аталып кеткен сапалық көрсеткіштерді анықтайды:

- 6427-75 МЕУЛ-«Қабырға және беттік қаптама материалдары. Беріктікті анықтау тәсілдері».
- 8462—85 МЕУЛ – «Қабырға панельдерінің және беттік материалдар-дың сығу және иілу кезіндегі беріктіктің шектік мәндерін анықтау».

#### **2. Тас қалауының материалдары**

Тас қалауының материалдары үшін салмағы 40 кг-нан аспайтын жеке тастар және зауыт жағдайында дайындалатын тас бұйымдар жасалынады – блоктар; панельдер. Тас материалдары жасанды және табиғи түрде болады. Ауыр табиғи тас материалдар - әк тастар, құмдақ (құмтас), гранит. Осы тастардан іргетастарды және конструкциялардың беттік қаптамасы жасалынады.

Жеңіл табиғи тас материалдар – ұлутас, туф – тау жынысы және осы жеңіл табиғи тастардан қабырғалар жасалынады.

Жасанды тас материалдар кәзіргі уақытта құрылыста көп жағдайда пайдаланады. Жасанды тас материалдарына жатады:

а) майда тас материалы

- керамикалық кірпіштер мен тастар (580-80 МЕУЛ «Керамикалық кірпіштер мен тастар. Техникалық шарттар»);
- силикаттық кірпіштер мен тастар (379-79 МЕУЛ «Силикаттық кірпіштер мен тастар. Техникалық шарттар»);

б) ірі тас бұйымдары:

- қабырғалық бетон тастары және блоктары (6133-84 МЕУЛ «Бетондық қабырғалық тастар»; 19010-82 МЕУЛ «Ғимараттардың сыртқы қабырғаларына арналған жеңіл бетон блоктары» Техникалық шарттар»);
- кірпіштен және керамикалық тастардан тұратын қабырғалық панельдер мен блоктар (24594-81 МЕУЛ).

Ірі кірпіш блоктарын сыртқы және ішкі қабырғаларда, жертөле, цоколь және ернеулерде (карнизде) қолданады. Олар зауыттарда немесе арнаулы жабдықталған полигондарда керамикалық кірпіштер мен тастардан тасқалауы түрінде дайындалады. Жеңілдетілген тасқалауының блоктарындағы қуыстарды толтыру үшін бетондар қолданылады (тығыздығы  $S \leq 1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ; сығылуға беріктігі 165 МПа

кем емес).

Керамикалық кірпіш пен тастан тұратын панельдер:

- конструкциясы бойынша бірқабатты және көпқабатты;
- тағайындалуы бойынша сыртқы және ішкі панельдерге, қалқаларға;
- күшсалмақтардың түрлері бойынша көтергіш, өзін-өзі көтеретін және көтермейтін (көтергіш емес, ілінетін) болып бөлінеді.

Панельдерді дайындау үшін маркасы М75, 100, 125, 150, 200, 250 керамикалық және силикаттық кірпіштен тастарды пайдаланады, ал құрылыс ерітінділер ретінде қолданылатын маркасы М75, 100, 150, 200.

Панельдердің жылытқыш есебінде пайдаланатын материалдар:

- синтетикалық және битумдық байламдағы минералдық мақтадан жасалынған қатаң плита;
- кеуек пластмассадан жасалынған блоктар мен плиталар;
- фибролиттен және ұялы бетоннан жасалынған плиталар.

Тұтас кірпіштен дайындалған бірқабатты панельдерді тік және горизонталь бағытта орналасқан стержіндік немесе сымдық арматурамен арматуралайды. Бірқабатты панельдерді жылытылмайтын бөлмелердің сыртқы қабырғаларының, көпқабатты ғимараттардың ішкі көтергіш қабырғаларының және өндірістік, тұрғын үй, қоғамдық ғимараттардың қалқаларының тасқалауларында қолданады. Ғимараттың ілінетін және өзін-өзі көтеретін сыртқы қабырғаларында көп қабатты кірпіш панельдер қолданады және олар екіқабатты, үшқабатты болып бөлінеді.

Екіқабатты қабырға панельдерінде қалыңдығы  $\frac{1}{2}$  кірпіш болатын көтергіш қабат сыртқы және ішкі қабат болуы мүмкін, сондықтан жылытқыш қатаң плиталарын панельдің ішкі және сыртқы жағынан орналастырады. Панельдің тұтастығы ішкі және әрлеу, өңдеу ерітінді қабаттарымен қамтамасыз етіледі. Әрлеу, өңдеу қабаттың қалыңдығы 40мм-ден кем болмауы керек және ол Вр-I класты  $d=3\text{мм}$ , ұяларының

өлшемдері 150x150мм болатын  $\frac{3BpI - 150}{3BpI - 150} BxL \frac{C_1 - C_2}{C}$  маркалы дәнекерленген тормен арматураланады.

Үшқабатты панельдерде жылытқышты әрқайсысының қалыңдығы  $\frac{1}{4}$  және  $\frac{1}{2}$  кірпіш болатын тасқалауының екі қатарының ортасында орналастырады. Панельдің тұтастығы ерітінді қабаттарымен камтамасыз етіледі. Осы қабаттарында дәнекерленген қаңқалар орналасады.

Тас конструкцияларды арматуралау үшін болат арматура қолданылады. Тормен арматуралау үшін А-I, Вр-I класты, ал ұзына бойлық және көлденең арматуралар, анкерлер мен байластырғыштар үшін А-I, А-II, Вр-I класты арматуралар қолданылады.

Тасқалауының ерітінділері екі талапқа сәйкес болу керек:

- i. қатқан жағдайда ерітінділердің беріктігі мөлшерлік шамадан төмен болмау керек;
- ii. қалау кезінде ерітінді қолдануға қолайлы болу керек.

Ерітінділердің беріктігі сығылуға беріктігімен сипатталады, М-әрпімен белгіленеді ( $\frac{кгс}{см^2}$ ). Кубтарды өлшемі 70,7x70,7x70,7мм тең (28 тәуліктік мерзімде қатқан үлгі,  $t=20\pm 2^0C$ ). Осы кубты сынау арқылы ерітіндісінің маркасы анықталады: МО, 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 (МО-жаңадан дайындаған ерітінділер).

Ерітіндінің қолдануға қолайлы болуы оның жеңіл түрде жұқа қабатты болып жағылуымен және барлық кедір-бұдырларды тегістеумен сипатталады. Ол үлгі конусының ертіндіге бату тереңдігіне байланысты анықталатын ерітіндінің жылжығыштығына сәйкес келеді. Әдетте дұрыс үлгідегі тасқалауы үшін конустың бату тереңдігі 6-10см болатын ерітінділер қолданылады.

### 3 Тас материалдарының беріктігі және аязға төзімділігі

Тас материалдарының беріктігін үлгі-эталондарды сығуға, ал кірпішті оның иілуге беріктігін ескеріп сынау арқылы қорытындылары анықталады.

$F_u$  - үлгі сығылудан қираған кездегі күш;  $A = \frac{b\ell}{2}$  - үлгі және пресс плитасының арасындағы контакт болған қимасының ауданы.

$R_c$  - кірпіштің сығылуға беріктік шегі,  $R_c = \frac{F_u}{A}$ . Ең кемінде 5 үлгіні сынап, кірпіштің маркасы ( $R_c$ ) орташа мәніне тең болып қабылданады  $M = R_c$ .

Кірпіштің иілуге беріктік шегі

$$R_{un} = \frac{M}{W} = \frac{\frac{p \cdot \ell}{2} \cdot \frac{\ell}{2}}{\frac{bh^2}{6}} = \frac{3 p \ell}{2 bh^2}$$

Тас және арматураланған тас конструкциялары үшін кірпіш пен тастардың осьтік сығылуға беріктіктің шектік мәні бойынша төменгі маркалары дайындалады:

- төменгі беріктіктегі тастар (жеңіл бетондар және табиғи тастар): 4,7,10,15,25,35,50;

- орташа беріктіктегі тастар (кірпіш керамикалық, бетон және табиғи тастар): 75,100,125,150,200;

- жоғары беріктіктегі тастар (кірпіш, табиғи және бетон тастары): 250,300,400,500,600,800,1000.

Тастардың аязға төзімділігі бойынша маркасын ( $M_{\text{яз}}$ ) үлгі –эталондарды ауыспалы түрде мұздатуға және жылытуға сынау арқылы анықтайды. Аязға төзімділіктің маркасы үшін үлгілердің осьтік сығылуға беріктігі (20-25%)-дан кемімеген жағдайдағы циклдардың шектік саны қабылданады.

ҚМЖЕ бойынша тас материалдары үшін аязға төзімділік бойынша келесі маркалар белгіленген ( $M_{\text{яз}}$ ): 10,25,25,35,50,75,100,150,200,300.

#### **4. Арматураланбаған тасқалауының беріктік және деформациялық сипаттамалары**

Тасқалау біртекті емес материал, себебі тастардан және ерітіндімен толтырылған жіктерден тұрады. Тасқалау сығылған кезде ішкі күштер біркелкі таратылмайды, оның себебі

- жергілікті тегіс еместігінде;
- тығыздықтың бірдей еместігіне;
- жіктерінің қатқан ерітіндімен толтыруына байланысты болады.

Сол себепті тасқалауында тастар сығылумен бірге иілуге, кесілуге, жергілікті жаншылуға және сығылуға бірдей жұмыс істейді.

Кірпіштердің тасқалауындағы жұмыс үлгілері: 1- сығылу; 2 – иілу; 3 – кесілу; 4 – жергілікті жаншылу; 5 – созылу.

Тасқалауының беріктігіне және деформацияларына келесі факторлар әсер береді:

- 1) - тастың беріктігі;
  - тастың өлшемдері;
  - тастың пішінінің дұрыстығы;
  - тастардағы қуыстардың болуы.
- 2) - ерітіндінің беріктігі;
  - ерітіндінің пайдалануға қолайлығы (жылжығыштығы);
  - қатқан ерітіндінің серпімділік-пластикалық қасиеттері.
- 3) - тас қалауының сапасы (тас қалауының байластыруына, ерітіндінің таспен ілінісуіне және тік жіктерінің ерітіндімен толтыруына байланысты).

Сығылуға жұмыс істейтін тасқалауының кернеулік-деформациялық жағдайын шартты түрде 4 кезеңге бөлінеді: (2 сурет)

I кезең – тасқалауының әдеттегі пайдалануға сәйкес келеді, онда көрінетін жарықшақтар пайда болмайды;

II кезең – тасқалауының кейбір кірпіштерінде бірінші жарықшақтар пайда бола бастайды және ерітіндінің маркасына байланысты қиратушы күшсалмақтардың 40% -нан 80%-на дейінгі шамасында пайда болады ( $M > 50$  70–80%;  $M 10$  және 25 60-70%;  $M 0,2,4$  40-60%);

III кезең – жарықшақтар ұзара бастайды және тасқалауының биіктігі (2-3) кірпіштей болаттан жеке қатты ұстаншаларға бөлінеді;

IV кезең – пайда болған ұстаншалардың әсерінен орнықтылықтың жоғалуы себебінен тасқалауы қирайды.



Тасқалауының беріктік және деформациялық сипаттамаларын анықтау үшін призмалық үлгі эталондарды сынайды: табандағы өлшемдері 380x380 немесе 510x510мм, биіктігі 1100 және 1200мм тең. Сынау нәтижелерін статистикалық талдау арқылы анықтайды.

### Тасқалауының беріктігі

Негізгі беріктік сипаттамалары:

- $R_{и}$  – сығылуға уақытша кедергісі (сығылуға беріктіктің орташа шектік мәні);
- $R$  – осьтік сығылуға есептік кедергісі;
- $R_t$  – осьтік созылуға есептік кедергісі;
- $R_{tb}$ - иілу кезіндегі созылуға есептік кедергісі;
- $R_{sq}$ - қиылуға есептік кедергісі.

Бұл жерде  $R_t$ ,  $R_{tb}$ ,  $R_{sq}$  – осьтік созылуға, иілу кезіндегі созылуға және қиылуға есептік кедергісі тасқалауының түріне қарай байластырылған және байластырылмаған қималар үшін анықтайды.

3 - сурет.

Тасқалауының созылуға жұмысының үлгісі

- а) байланыстырылған қима үшін;
- б) байланыстырылмаған қима үшін;

4 – сурет. Тасқалауының иілу кезіндегі созылуға жұмысының үлгісі

- а) байланыстырылған қима үшін;
- б) байланыстырылмаған қима үшін;

5-сурет. Тасқалауының қиылуға жұмысының үлгісі.

- а) байланыстырылған қима үшін;
- б) байланыстырылмаған қима үшін;

Күшсалмақтар қысқа мерзімде әсер еткенде тасқалауының уақытша есептік кедергісін профессор Л.И.Онищика формуласымен анықтауға болады.

$$R_u = A \cdot R_1 \left[ 1 - \frac{a}{b + \frac{R_2}{2R_1}} \right] \cdot \gamma \quad (1)$$

мұндағы:  $R_1$  - тастың сығылуға беріктігінің шектік мәні;

$R_2$  - ерітіндінің беріктігінің шектік мәні (кубтық беріктік);

$A$  – тасқалауының конструкциялық коэффициенті, тастың түріне байланысты анықталады.

$$A = \frac{100 + R_1}{100 \cdot m + n \cdot R_1} \quad (2)$$

$a, b, m, n$  - тасқалауының түріне байланысты 1.1-кестеден алынады (оқу-

құралы ТжАТК, Шымкент, 2001. Сахи Қ., Оразбаев Ж.М., Чалабаев Б.М.).

Егер иілу кезіндегі кірпіштің беріктігі мөлшерлік мәннен төмен болған жағдайда 530—80 МЕУЛ «Кірпіш және керамикалық тастар. Техникалық шарттар», онда (А) коэффициент төменгі формула арқылы анықталады.

$$A = \frac{1,2}{1 + R_1 / 3R_{ub}} \quad (3)$$

$R_{ub}$  - иілу кезіндегі кірпіштің беріктігі

$\gamma$  - бұл коэффициент төмен маркалы ( $M \leq 25$ ) ерітінділермен орындалатын тасқалауының беріктігін анықтағанда қолданады:

1) егер  $R_2 \geq R_{2,1}$  болса  $\gamma = 1$

2) егер  $R_2 < R_{2,1}$  болса  $\gamma = \frac{\gamma_0 R_{2,1} + (3 - \gamma_0) \cdot R_2}{R_{2,1} + 2R_2}$

$R_{2,1} = 0,04R_1$  және  $\gamma_0 = 0,75$  - кірпіштен және дұрыс пішіндес тастардан орындалған тасқалауы үшін;

$R_{2,1} = 0,08R_1$  және  $\gamma_0 = 0,25$  - шойтастан орындалған тасқалауы үшін;

Тасқалауының немесе бетонның күшсалмақтар әсер еткендегі ұзақ мерзімді кедергісінің шектік мәні:

а) Бетондар үшін

$R_y = 0,8 - 0,85R_u$  - ауыр бетондар үшін;

$R_y = 0,55 - 0,60R_u$  - автоклавтық емес тәсілде қатқан жеңіл бетондар үшін;

б) Тасқалау үшін

$R_y = 0,8R_u - M \geq 50$  ерітіндісінде орындалған кірпіш тасқалауы үшін;

$R_y = 0,6R_u - M 25, M10$  ерітіндісінде орындалған кірпіш тасқалауы үшін;

Тас конструкциялардың есептік кедергілерін анықтау үшін келесі коэффициенттер ескеріледі:

$c = 0,15$  – кірпіш тасқалауының беріктігінің өзгеруін ескеретін коэффициент.

$$R_n = R_u(1 - 2 \cdot c) = R_u(1 - 2 \cdot 0,15) = 0,7R_u$$

$R_n$  - сығылуға мөлшерлік кедергісі;

$R_u$  - сығылуға уақытша кедергісі;

Тасқалауының есептік кедергісі

$$R = \frac{0,7 \cdot R_u}{1,2 \cdot 1,15} = 0,5R_u \quad (4)$$

1,2 – сенімділік коэффициенті;

1,15 – есептеулерде ескерілмеген әр түрлі қосымша фактордың пайда болуы мен тасқалауының деректерін ескеретін коэффициент;

2-қосымша, 1-8 кесте – тас және бетон бұйымдарының барлық түрлерінің тасқалауларының есептік кедергілері;

2-қосымша, 9-11 кесте – кірпіш тасқалауларының есептік кедергілері – созылуға, иілуге, сығылуға, кесуге.

### Тасқалауының деформациясы

Тасқалауы серпімді-пластикалық материал болып табылады. Оның деформациялары күшсалмақтардың ұзақ мерзімділігіне немесе күшсалмақтардың әсерінің жылдамдығына байланысты болады.

Тасқалауының деформацияларының келесі түрлері болады:

а) серпімді деформациялар (кернеу -  $\sigma$  және деформация -  $\varepsilon$  арасын-дағы байланыс түзу сызықты болады) -  $\sigma = E \cdot \varepsilon$ .

б) қысқа мерзімді деформациялар (бір сағатқа дейін) -  $\varepsilon_{1y}$  ;

в) күшсалмақтар ұзақ мерзімді әсерінен пайда болған деформациялар -  $\varepsilon_y$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_{el} + \varepsilon_y \quad (5)$$

Мұндағы:  $\varepsilon_0$  – толық салыстырмалы деформациялар;

$\varepsilon_{el}$  – серпімді салыстырмалы деформациялар;

$\varepsilon_y$  – күшсалмақтар ұзақ мерзімді әсер еткендегі салыстырмалы деформациялар;

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{1y} + \varepsilon_{2y} \quad (6)$$

мұндағы:  $\varepsilon_{1y}$  – күшсалмақтар қысқа мерзімді әсер еткендегі пластикалық деформациялар (1 сағатқа дейін);

$\varepsilon_{2y}$  – жылжығыштық деформациялар (ұзақ мерзімді әсер еткенде);

Ескерту:

$\varepsilon_{1y} \leq 0,15\varepsilon_{el}$  егер  $\sigma \leq 0,5R_u$  ;

$\varepsilon_0 = (2 - 4) \cdot \varepsilon_{el}$

Күшсалмақтар қысқа мерзімді әсер еткендегі тасқалауының салыстырмалы деформациясы:

$$\varepsilon = \frac{1.1}{\alpha} \ln \left[ 1 - \frac{\sigma}{1.1R_u} \right] \quad (7)$$

мұндағы:  $\alpha$  - тасқалауының серпімділік сипаттамасы 1.2-кестеден алынады [оқу құралы ТЖАТК, Шымкент, 2001] тасқалауының түріне байланысты;

$\sigma$  - осы кернеу бойынша деформация ( $\varepsilon$ ) анықталады;

$R_u$  - тасқалауының беріктігінің орташа шектік мәні.

Арматураланған тасқалауының серпімділік сипаттамасы:

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}} \quad (8)$$

мұндағы:  $R_{sku}$  – арматураланған тасқалауының сығылуға уақытша кедергісі (кірпіш немесе тастың биіктігі – 150мм аспайтын кезде)

а) ұзына бойлық арматура мен арматураланған тасқалау үшін:

$$R_{sku} = k \cdot R + R_{sn} \cdot \mu / 100 \quad (9)$$

мұндағы:  $k$  – тасқалауының түріне байланысты коэффициент;

$k=2$  – кірпіш және тастан орындалған тасқалауы үшін;

$k=2,25$  – ірі және майда ұялы бетон блоктардан орындалатын тасқалауы үшін;

$R$  - тасқалауының сығылуға есептік кедергісі  $R = \frac{R_u}{K}$ ;

$\mu$  - тасқалауының арматуралау пайызы  $\mu = \frac{A_s}{A_T} \cdot 100\%$ ;

$A_s, A_T$  – арматура және тасқалауының көлденең қимасының ауданы;

$R_{sn}$  – арматураның мөлшерлік кедергісі;

б) Торлы арматурамен арматураланған тасқалаулары үшін:

$$R_{sku} = k \cdot R + 2R_{sn} \cdot \mu / 100 \quad (10)$$

$k$  – күшсалмақтардың әсер ету дәрежесіне ( $\frac{\sigma}{R_u}$ ) байланысты 1.3-

кестеден (оқу-құралы ТЖАТК, Шымкент, 2001).

Тасқалауында кернеу деформацияның бір-біріне тәуелділігі қисық сызықта болады, сондықтан деформацияның модулі тұрақты шама емес:

$$E_0 = \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (11)$$

$E_0$  – тасқалауының деформациясының бастапқы модулі (серпімділік модулі кернеу  $\sigma \leq 0,3R_u$  сәйкес келеді);

1 - жанама түзу сызық ( $\alpha_0$ );

$R_u$  – сығылуға уақытша кедергісі.

2)  $E_{\tan}$  – тасқалауының деформациясының жанама модулі

$$E_{\tan} = \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{d\delta}{d\varepsilon} \quad (12)$$

$$E_{\tan} = E_0 \left( 1 - \frac{\delta}{1,1R_u} \right) \quad (13)$$

3)  $E$  – тасқалауының деформациясының орташа (қиюшы) модулі

$$E = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\delta}{\varepsilon} \quad (14)$$

### Бақылау сұрақтар:

1. Тасқалауының сығылуға уақытша кедергісі

А.  $R_{и}$

Б.  $R$

В.  $R_t$

Г.  $R_{tb}$

Д.  $R_{sq}$

2. Тасқалауының сығылуға беріктіктің орташа шектік мәні

А.  $R_{и}$

Б.  $R_t$

В.  $R$

Г.  $R_{tb}$

Д.  $R_{sq}$

3. Тасқалауының осьтік сығылуға есептік кедергісі

А.  $R_{и}$

Б.  $R$

В.  $R_t$

Г.  $R_{tb}$

Д.  $R_{sq}$

4. Тасқалауының осьтік созылуға есептік кедергісі

А.  $R_{и}$

Б.  $R$

В.  $R_t$

Г.  $R_{sq}$

Д.  $R_{tb}$

5. Тасқалауының иілу кезіндегі созылуға есептік кедергісі

А.  $R_{и}$

Б.  $R_{sq}$

В.  $R_t$

Г.  $R_{tb}$

Д.  $R$

6. Ерітінділердің беріктігі сығылуға беріктігімен сипатталады, (?) әрпімен белгіленеді

А.  $R$

Б.  $H$

В.  $M$

Г.  $T$

Д.  $C$

7. Керамикалық кірпіштің өлшемдері

А.  $100 \times 100 \times 120$

Б.  $120 \times 100 \times 250$

В.  $65 \times 120 \times 250$

Г.  $120 \times 180 \times 400$

Д.  $180 \times 90 \times 120$

8. Ерітінділердің беріктігін анықтайтын кубтарды өлшемі

А.  $100 \times 100 \times 100$

Б. 120x120x120

В. 65x65x65

Г.. 70x70x70

Д. 80x80x80

9. Сығылуға жұмыс істейтін тасқалауының кернеулік-деформациялық жағдайын шартты түрде неше кезеңге бөлінеді

А. 2

Б. 3

В. 1

Г.. 4

Д. 5

10. Тасқалауының есептік кедергісі

А..  $R = \frac{0,7 \cdot R_u}{1,2 \cdot 1,15} = 0,5R_u$

Б.  $R_{skn} = k \cdot R + 2R_{sn} \cdot \mu / 100$

В.  $R_n = R_u(1 - 2 \cdot c) = R_u(1 - 2 \cdot 0,15) = 0,7R_u$

Г.  $R_y = 0,8 - 0,85R_u$

Д.  $R = \frac{R_u}{K}$

#### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. СНиП II-22-81\*. Каменные и армокаменные конструкции. Госстрой России. М.: 1999. – 40с.
2. Бедов А.И., Щепетьева Т.А. Проектирование каменных и армокаменных конструкции. М.: Изд-во АСВ, 2002. – 239с.
3. СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия. Изд-во АСВ – М.: 2004. – 38с.

### 16.Дәріс

#### Тақырып: «Ағаш конструкциялары»

Жоспар:

1. Ағаштан дайындалған құрылыс конструкциялары
2. Ағаштардың артықшылықтары
3. Ағаштардың кемшіліктері
4. Ағашты және ағаштан жасалған пластиналарды ағаш конструкцияларда қолдану
5. Ағаштың негізгі қасиеттерінің көрсеткіштері
6. Ағаштың механикалық беріктігі
7. Ағаштың құрылысының біркелкі еместігі
8. Ағаштың қатаңдығы мен қаттылығы
9. Ағаштың ылғалдығы да оның қасиеттеріне едәуір әсер етеді
10. Ағаш конструкцияларының ұзақ мерзімділік пайдалануын қамтамасыз ету
11. Шіру
12. Отқа төзімділік
13. Ағаштың тотбасуы
14. Жазық ағаш конструкцияларының кеңістіктік орнықтылығын қамтамасыз ету

Ағаш конструкциялары құрылыс конструкцияларының ерте заманнан құрылыс саласында қолданылып келе жатқан ежелге түрлерінің бірі болып табылады. Ағаш түрлері қазіргі заманда біртіндеп азайғанымен, оның темір, бетон, металл сияқты

жоғалып (таусылып) кетуі мүмкін емес, яғни ол табиғат заңдылығы бойынша өсімдік тәріздес көбеюі мүмкін.

Ағаш конструкциялары қоршаушы және көтергіш конструкциялары ретінде қолданылады. Ағаш конструкцияларының негізгі ерекшеліктерінің бірі – олардың меншікті салмағының (массасының) басқа конструкцияларға қарағанда аздығы, қағылған шегені ұзақ мерзімді уақытта ұстап тұруы.

Адамзат дүниеге келгеннен соң өзендерден, арықтардан, таулардан, жыралардан, шатқалдардан және т.с.с. ары-бері өту, жүктерді тасымалдау жұмыстарын орындау үшін ағаш бөренелерін, тақтайларды қолдануына тура келген, бұл мерзімді жаңа ғасыр есептеуіне дейінгі үш мыңыншы жылдарға жатқызады.

Қазақстанда, мысалы Қожа Ахмет кесенесінде ағаш конструкцияларының әлі де сақталып келе жатқанын мысал ретінде келтіруге болады, киіз үй құрылысында ағашты қолданудың ең бір нақты түрі деп есептеуге болады, ол зілзалаға төзімді, жергілікті құрылыс материалы (көпірлерде, үйлер мен ғимараттарда қолданылған) арзанға түседі. Зілзалаға төзімділігі жағынан киіз үйдің дөңгелек үлгісі өте оңтайлы деп саналады.

Жалпы алғанда ағаштан жасалынған, тұрғызылған құрылыс конструкциялары көрме, мұнара, қойма, спорт, ауыл шаруашылық және тұрмыстық салаларда да кеңінен қолданылады. Қазақстанның, әсіресе, солтүстік және батыс, шығыс аймақтары ағаштың түрлеріне біршама бай.

## **1. Ағаштан дайындалған құрылыс конструкциялары**

Адамзат алғашқыда бүтін бөренелерден және кеспелтек ағаштардан тұратын жай қарапайым конструкцияларды жиі қолданғаны тарихтан белгілі. Кейіннен құрастырылған конструкциялар қолданыла бастады. Құрастырылған конструкцияларда әртүрлі байланыс түрлері қолданылады. Мысалы, ағаш конструкцияларындағы элементтер бір-біріне кертіп байланыстыратын түрін айтуға болады.

Ағаш конструкцияларының байланыстарының барлығына тән қасиет олардың икемділігі салыстырмалы үлкен шамада деформациялануы.

Ағаш конструкцияларының байланысының жаңа түрі – ағаш элементтерінің желімделіп байланысуы. Байланыстың бұл түрі басқа түрлеріне қарағанда икемділігінің төмендігімен (байланыста деформация мөлшерінің өте төмендігі) ерекшеленіледі. Желімделген конструкциялар дайындауда зауыттағы өндірістер кеңінен пайдаланыла бастады.

Соңғы кезеңде синтетикалық материалдардан жасалған конструкциялар кеңінен жиі пайдаланыла бастады. Ондай конструкциялардың бір түрі пневматикалық (немесе үрленген) конструкциялар. Олардың ерекшелігі құрастыру жылдамдығы өте жоғары.

Қазіргі уақытта қолданылатын ағаш конструкцияларының түрлері - негізінен желімделген ағаш конструкциялар. Олардың басқа ағаш конструкциялармен салыстырғанда артықшылықтары өте көп. Олардың бірі әрі негізгісі оларды дайындаудың жоғары механикаландырылуы, яғни оларды дайындауда қол күштері өте аз қолданылады.

Икемді байланысы бар құрастырылған ағаш конструкциялары желімделіп байланысқан ағаш конструкцияларын пайдалану әртүрлі себептермен мүмкін болмаған жағдайда қолданылады.

Қазіргі уақытта ағаштан жасалған конструкциялар аралық ұзындығы үлкен емес арқалықтарды, ұстындарды және қаңқаларды дайындауда қолданылады. Олар көбінесе жергілікті ағаштардан уақытша ғимараттардың конструкцияларын дайындағанда қолданылады.

## **2. Ағаштардың артықшылықтары**

а) Өте жоғары салыстырмалы беріктігі (мысалы, ағаштың есептік қарсыласу мәнінің  $R$  оның тығыздығына  $\rho$  қатынасы шамасы аз көміртегі болатын көрсеткішіне жақын. Сондықтан ағаш конструкциялары өте жеңіл болады).

б) Жылу өткізгіштігінің төмендігі, сондықтан ағаштардың күшсалмақ көтеру қабілетімен қатар жылу сақтайтын қабілеттері де ескеріледі.

в) Химиялық төзімділігі - кейбір жегі орталарда ағаштардың төзімділігі металдармен, темірбетондармен салыстырғанда бірнеше есе жоғары.

г) Шикізаттардың қорының молдығы, өңделуінің қарапайымдылығы және т.б.

Қазақстан ормандарында кездесетін ағаштар туралы қысқаша мәліметтерді келтірейік.

- қарағай - 840,4 мың га
- қайың - 823,0мың га
- самырсын - 392,0мың га
- көктерек - 278,7 мың га
- сағыз қарағай - 191,4 мың га
- шырша - 149,3 мың га
- терек - 683,9мың га
- емен - 2,1мың га және т.б.

Алтай таулары орманға бай, республикадағы орман ауданының 40% - Шығыс Қазақстанда орналасқан. Бұл аймақта орман және ағаш өңдеу өнеркәсібі едәуір дамыған.

Қазақстанда жер ауданы - 2,717млн км<sup>2</sup> болса, оның ормандық жер ауданы - 3,51% (20729,8·10<sup>3</sup>), курорттық аймақ және қорықтар - 7645,8·10<sup>3</sup>га, құрылыстық ағаш - 606,8·10<sup>3</sup>га, басқа да ағаш қоры - 606,8·10<sup>3</sup>га құрайды.

## **3. Ағаштардың кемшіліктері**

а) Механикалық қасиеттерінің көп факторларға тәуелділігі;

б) Ылғалды тікелей қабылдауы және соның салдарынан-кебуі, ісінуі, жарылуы, шіруі;

в) Ішкі құрылысының біркелкі еместігінің, табиғи ақаулардың орын алуының (көздер, қиғаш қабаттар т.б.), ағаш беріктігіне әсер етуі;

г) Шіруге икемділігі және оған тез берілуі.

Ағаш конструкцияларының қолдану салалары.

Ағаш конструкцияларының қолдану салалары олардың экономикалық тиімділігіне байланысты. Ағаш конструкцияларының ең басты артықшылығының бірі олардың салмағының жеңілдігі (бірдей жағдайларда ағаш конструкцияларының массасы ТБК-ның массасынан 5 есе аз; металл конструкцияларынан да өте жеңіл). Ал



салмақтары неғұрлым жеңіл болған сайын ондай конструкцияларды құрастыру да оңай, әрі оларды құрылыс алаңына тасымалдау да көп арзанға түседі.

Таза ағаш конструкцияларының химиялық тұрақтылығы (төзімділігі) оларды жегі ортада пайдалануына мүмкіндік береді (мысалы, химиялық өндірістерде ТБК-ы әр 7-10 жылдарда істен шығады, ал ағаш конструкциялары 40 жылға дейін сенімді қызмет ете алады). Ағаш конструкцияларын өндірістік ғимараттардың жабын конструкцияларында белгілі жағдайларда қолданған жөн. Мысалы, ішкі температуралық ылғалдылық режимі мөлшерге сай келетін өндірістік ғимараттардың жабын конструкцияларында кеңінен қолдануға болады. Мұндай ағаш конструкцияларын ылғалдылық әсерінен қоршалған орталарда жиі қолдануға болады.

Ағаш конструкциялары әсіресе тұрғын үйлерді салуға өте ыңғайлы, оңтайлы материал.

Сонымен қатар ағаш конструкцияларының аралық ұзындығы 100м құрайтын және одан да үлкен аралықтағы ғимараттардың жабын конструкцияларында қолданған тиімді.

Ағаш құрылымы мұзға айналғанда оның беріктігі 20%-ке артуы мүмкін. Бірақ онда ағашта тез морт сынатын немесе тез опырылатын қасиет пайда болады. Оған қосымша жарықшақтар пайда болады. Сондықтан ағаштың температура әсерінен сызықтық ұлғаюы коэффициенті  $5 \cdot 10^{-6}$  тең болады. Бұл өте аз шама. Сондықтан ағаш конструкцияларын қолданғанда арнайы температуралық жіктерді қарастырмаса да болады. Көлденең бағытта бұл көрестекіштер 7-10 есе артады. Ағаштың тағы бір қасиеті жылу өткізгіштігі өте аз. Оның себебі ұзына бойлық бағытта оның құрамы құбырлы талшық сияқты болуында. Көлденең бағытта жылу өткізгіштігі тіптен аз. Ағаштың тағы бір қасиетті оның өзінің меншікті салмағының өте аз болуы. Сондықтан оларды қоршаушы конструкция ретінде қолданған тиімді. Ағаш материалдарынан әр-түрлі құрылымды дайындайды.

Мысалы, көп жағдайда олар табақша түрінде орналасатын қабат-қабат жұқа плиталардан құралады.

Бұл қабаттар бір-біріне перпендикуляр бағытта орналасады. Осы құрылымды құрылыс фанерасы деп атайды. Қабаттардың саны әр-түрлі болады. Ал типтік қолдану түрі негізінен 7-қабат болады.

Құрылыста қолданылатын фанераның негізінен 2-түрі болады.

1) Желімделген құрылыс фанерасы. Бұл түрде ось қабаттар бір-бірімен суға төзімді желімдерді қолдану арқылы орындалады, мысалы, фенолформальдегидті желімделген құрылыс фанерасы. Олардың қалыңдықтары 8,9,10,12мм болады. Ұзындықтары 2440, 2135, 1525, 1220мм. Ені 1525, 1220, 700мм болып қолданылады.

2) Құрлыс фанераларының 2-ші түрі құрлыс фанерасы. Бұл фанераны дайындағанда желімдеумен қатар суға төзімді синтетикалық спиртті ертінділік шайырларды қолданады. Олардың беріктік және деформациялық қасиеттері өте жоғары болады. Сондықтан оларды ағаш конструкциялары өте ылғалды ортада жұмыс істегенде қолдануға болады. Бұл фанералардың қалыңдығы 5-18мм, ал ұзындықтары 1500-7700мм-ге дейін болады, ені 1200-1500мм шамада қабылданады.

Ағаш конструкциялары әртүрлі күшсалмақтар немесе әртүрлі химиялық агрессиялық әсерлерге жұмыс істейді. Сол себепті ағаштың шіруі, бұзылуы сияқты кемшіліктері де пайда болады. Оның үстіне ағаш салыстымалы түрде жұмсақ

болғандықтан және өсімдік тектес болғандықтан оған әртүрлі кеміргіш құрттар әсер етуі мүмкін. Осы әсерлерден қорғау үшін ағаштарды химиялық тәсілмен немесе конструкциялық талаптармен қорғауымыз керек, яғни олардың бастапқы беріктікті деформациялық қасиеттерін сақтау үшін шаралар қолдану қажет.

Ағаштарды конструкциялық талаптарға сәйкес қорғау үшін ағаш конструкцияларын пайдаланған кезде белгілі бір мөлшердегі ылғалдылықты сақтау керек. Шатырлық жабындарда судан оқшалдау шараларын қолдану керек. Ол үшін мүмкіндігіне қарай жабындар су өткізбейтін түрде қолданылады және буалмастыру шарттарын орындау керек.

Ағаштарды қорғаудың екінші түрі ол жоғарыда аталған құрттарды жоюдың жолдары. Мысалы, температура  $80^{\circ}\text{C}$  жеткен кезде кеміргіш құрттар күйіп қалады. Дегенмен бұл шаралар ағашты толық қорғай алмайды. Сондықтан оларды химиялық тәсілмен қорғау көп кездеседі. Егер ағаш конструкциялары ылғалды ортада жұмыс істесе оларға міндетті түрде пайдаланғанға дейін химиялық тәсілді қолдануымыз қажет, мұны ағашқа әр-түрлі ерітінділерді сіңіру арқылы орындайды. Ол ерітінділерді антисептиктер деп атайды. Олардың екі түрі болады, біріншісі суда еритіндері, екіншісі майлы минералдық түрлері. Суда еритіндері адамға зиянсыз, ол фторлы натрий немесе фторлы кремний - натрий ерітінділері. Осындай ағаш конструкциялары үйлер мен ғимараттардың ішкі бөлмелерінде қолданылады. Ал 2-ші түрі олар тас көмірдің, сланецтің негізінде қолданылады, олар суда ерімейді, өте жаман иіс шығады. Сондықтан адам денсаулығына зиян деп есептелінеді.

Жалпы, ерітінділерді жердің бетінде дайындағанда әртүрлі ыстық ванналар қолданылады.

Ағаш конструкциялардың ылғалдан қорғау өте жауапты кезең болып табылады, яғни ағаш конструкцияларын жанудан немесе өртеуден қорғау керек. Ағаш органикалық материалдар, дегенмен, ол ыстыққа төзімді материал, бірақ температура жоғарылағанда термиялық ыстық газдар бөлінеді. Олар ағашты тез жануға душар етеді. Егер көлденең қимасы  $17 \times 17 \text{ см}$  ағаш үлгісін алсақ оған әсер ететін күшсалмақтың кернеулік шамасы  $10 \text{ МПа}$  болса ағаштың төзімділік шегі 40 минут болады, ал егер температура  $150^{\circ}\text{C}$  болса, онда ағаш тез жанады және оны құтқару мүмкін емес. Ағашты жанудан қорғау үшін химиялық тәсілдер қолданылады. Яғни оның құрамына антипирим деп аталатын ерітінді сіңіреді. Егер ағашқа әртүрлі сілтілер, тұздар әсер етсе ағаш тот басуға ұшырайды. Бұл әсерлер қоршаған ортаға байланысты, бұл жағдайда оларды орташа жегілік әсер деп атайды.

Сонымен қатар орта және күшті жегілік әсерлер де болады. Жалпы алғанда металға, бетонға, темірбетонға қарағанда, ағаш минералды қышқылға төзімді.

#### **4. Ағашты және ағаштан жасалған пластиналарды ағаш конструкцияларда қолдану**

1) Күшсалмақтарды қабылдауға арналған Ағаш конструкциялары

Негізінен күшсалмақтарды қабылдауға қолданылатын Ағаш конструкциялары қылқан жапырақты ағаштардан дайындалады. Ондай Ағаш конструкциялары 1,2 және 3 сорттарға қойылатын талаптарға сәйкес болуы керек.

Жалпақ жапырақты ағаштардың қатты түрлерін байланыстырып жалғастыру элементтерін жасауда, сына және де басқа жауапты элементтерді дайындағанда қолдану керек.

Жалпақ жапырақты ағаштардың жұмсақ түрлері және қатты (арзан) түрлері (ак кайын) қылқан жапырақты ағаштардың орнына уақытша ғимараттарда, қосалқы конструкцияларда да және желімделген Ағаш конструкцияларын дайындауда қолданған жөн.

Жалпы алғанда ағаштың 1 сортын сызылған элементтерде, 2 сортын иілген элементтерде, 3 сортын сығылған элементтерде қолданған тиімді деп есептелінеді.

Құрылыста ағаштар тақтай, бөрене ретінде немесе кеспелтек ағаштар түрінде де қолданылады.

Егер ағаш материалдары тілінбеген болса (екі жағы - беті де) оларды тілінбеген (жиектелмеген) деп атайды. Көтергіш конструкциялар үшін тақтайлардың ені -  $60 \div 250$  мм, қалыңдығы -  $11 \div 100$  мм, үлкен қырлы ағаштардың ені -  $100 \div 175$  мм, қалыңдығы -  $50 \div 100$  мм, орташа қырлы ағаштардың ені  $125-250$  мм шамасында, жалпы ені 1,5 есе қалыңдықтан аспауы керек.

Негізінен, тілінетін ағаш материалдарының ені немесе қалыңдығы 150 мм ден асса, олар өте жиі қолданылмайды, себебі өте қымбатқа түседі.

Көтергіш конструкциялар ретінде негізінен қылқан жапырақты ағаштар-балқарағай, қарағай, самырсын, шырша қолданылады. Жалпақ жапырақты ағаштарға қайын, емен, үйеңкі сияқты ағаштар жатады. Олар негізінен қоршаушы, әрлеуші конструкциялар ретінде қолданылады. Олардың есептік кедергілері сипаттамалары бойынша бірінші топқа қарағанда біршама жоғары.

## 5. Ағаштың негізгі қасиеттерінің көрсеткіштері

1) Пайдалы қасиеттері - ағаш өте жоғары салыстырмалы механикалық беріктікке ие

$$C = \frac{R}{\rho} = 2600 \text{ см} - \text{ағаш}, \quad C\text{-меншікті беріктік}$$

$$C = \frac{R}{\rho} = 2675 \text{ м} - \text{болат},$$

$$C = \frac{R}{\rho} = 500 - \text{бетон},$$

2) Қатандық көрсеткіші.

$$R = \frac{E}{R} = \frac{10000}{10} = 1000 \rightarrow \text{ағаш созылуға жұмыс істегенде},$$

$$R = \frac{E}{R} = \frac{210000}{210} = 1000 - \text{болат},$$

$$R = \frac{E}{R} = \frac{10000}{13} = 769 - \text{ағаш талшық бойымен сығылғанда};$$

3) Көлемдік салмағы басқа құрылыс материалдарға қарағанда өте төмен

$$\rho = 5 \text{ кн/м}^3 - \text{ағаш үшін};$$

$$\rho = 78,5 \text{ кн/м}^3 - \text{болат үшін};$$

4) Ағаш оңай өңделеді

5) Ағаш конструкцияларын дайындау көп еңбекті қажет етпейді.

6) Талышқтар бойымен - температуралық ұлғаю коэффициенті төмен;

7) Жылу өткізу коэффициенті өте төмен

- 8) Ағашқа қағылған шегені ұстауда жақсы жұмыс істейді. Басқа құрылыс материалдарында мұндай ерекшелік жоқ.
- 9) Ағаш желімдеуге қолайлы.
- 10) Химиялық төзімділігі жақсы. Қышқыл, тұз майлардың бірнеше түрлеріне төзімді келеді.
- 11) Ағаш беріктігі талшық бойымен және көлденең бағытта біркелкі, осы бағыттарда  $E=10000\text{кН/см}^2$ , және  $E=4000\text{кН/см}^3$ .

## **6. Ағаштың механикалық беріктігі**

Ағаштың механикалық беріктігі көп факторларға байланысты. Ағаштың есептік қарсыласу мәнін анықталғанда негізінде екі фактор ескеріледі.

### **1) Ұзақ уақыт қарсыласу**

Ұзақ уақыт әсер ететін күшсалмақтардың әсерінен ағаштың пластикалық деформациясы уақыт өткен сайын өседі. Егер қимадағы кернеу мөлшері белгілі бір мөлшерден аспайтын болса, онда деформацияның өсуі бірте бірте кемиді. Егер ағаштағы кернеу мөлшері белгілі бір шектен асатын болса, онда пластикалық деформацияның өсуі ұлғаяды да ол ағаштың қирауына алып келеді.

Ағаштың беріктігі негізінен ішкі және сыртқы күштердің бағытының талшықтардың бағытымен сәйкес келуіне байланысты. Мысалы, қарағайдың (ақаусыз болған жағдайда) орташа беріктік шегі созылуда - 100МПа; иілуде - 75МПа; сығылуда - 40МПа.

Бұл мәндер күштер талшықтың ұзынабойлық бағытында әсер еткен кезеңге байланысты.

Ал күштер талшыққа көлденең бағытта әсер еткенде ағаш ажырап немесе мүжіліп кетеді, ол жағдайда беріктіктің шегі 6,5МПа-дан аспайды.

Құрылымының біртекті болмауы, ақаулардың болуы ағаштың беріктігін сығылуда 30%; иілуде, созылуда 70%-ға дейін төмендетеді.

Ұзақ мерзімде күшсалмақтар әсер еткенде беріктік қысқа мерзімді күшсалмақтар әсер еткенге қарағанда 0,5 шамасындай болады.

Ал қысқа соққылар, жаралыстар кезінде ең үлкен беріктік - 1,5 есеге дейін төмендейді.

Тербелістік (Вибрациялық) күшсалмақтар әсер еткенде (ауыспалы таңбалы) де беріктік азаяды, ол беріктік шегінің 0,2 шамасындай болады.

Жаңа кесілген қарағай мен шыршаның  $1\text{м}^3$  салмағы 850кг, ал қалыпты жағдайдағы есептік мәні  $500\text{гк/м}^3$ , ашық ауада -  $600\text{кг/м}^3$ .

Ұзақ уақыт қарсыласу шегі дегеніміз ағаштың шексіз ұзақ уақытта тұрақты статикалық күшсалмақтың әсерінен туйындайтын кернеуінің ең үлкен мәні. Иілу кезінде ұзақ уақыт қарсыласу шегінің Рүз беріктік шегіне қатынасы шамамен  $0,5\div 0,7$  аралығында. Ол кернеулер қатынасы ұзақ уақыт қарсыласу коэффициенті деп аталады.

Ұзақ уақыт әсер етудің нәтижесінде беріктігінің төмендеуі ағаш және пластмассалардың басты ерекшеліктері болып саналады.

## **7. Ағаштың құрылысының біркелкі еместігі**

Ағаштың ішкі құрылысының біркелкі еместігі оның беріктігінің әсер етіп тұрған күшсалмақ бағытына байланыстылығын тудырады. Ағаштың денесіндегі табиғи

ақаулары (көздер, қиғаш қабаттар) беріктігін төмендетеді. Жонылмаған бөренелердің беріктігі жоғары болады, себебі ағаш талшықтары бүтін күйінде сақталады, сондықтан табиғи ақаулардың беріктікке әсері төмен. Ағаштың бойы бағыты жонылған болса онда олардың беріктіктеріне табиға ақаулардың әсері жоғары болады, яғни беріктігі төмен болады, себебі жону кезінде ағаш талшықтары кесіледі, қиылады, ал тақтайлардың беріктігі жоғарыда айттылған себептерге байланысты одан да төмен болады.

Ағашқа қарағанда пластмассалардың ішкі құрылысы біркелкі, бірақ көп пластмасса түрлерінде ұзақ уақыт қарсыласу коэффициентінің мәні ағашқа қарағанда төмен.

Ағаштың беріктігі ағаштың түрлеріне, ылғалдылығына, температурасына және де басқа факторларға да байланысты.

### ***Серпімділік модулі.***

Құрғақ ағаштың серпімділік модулі ағаштардың түрлеріне байланысты болмайды. Барлық ағаш түрлерінің талшық бойы серпімділік модулі  $E=10^4$  МПа тең, талшыққа көлденең бағытта  $E=400$  МПа тең.

Ылғалдылығы жоғарылаған сайын серпімділік модулінің мәні төмендейді.

## **8. Ағаштың қатаңдығы мен қаттылығы**

Ағаштың қатаңдығы мен қаттылығы оның құрылымына құбыр - талшықты тәріздес болуына байланысты өте үлкен емес.

Қатаңдық - күшсалмақтардың және талшықтың бағыттарының бір-біріне сәйкес келуіне, ұзақ мерзімді әсеріне, ылғалдылығына байланысты.

Ағаштың деформациясы - серпімді деформациялар - қысқа мерзімді күшсалмақтар әсер еткенде, ал пластикалық және қалдық деформациялар ұзақ мерзімді күшсалмақтар әсер еткенде туындайды.

Ағаштың қатаңдығы  $E$ -серпімділік модулімен анықталады,  $E=1500^0$  МПа шамасында.

Ағаштың қаттылығы оған радиусы 5,64мм болат жартылай сфераның батырылуымен (күш шамасымен) анықталады, мысалы біржылдық қарағайдың көлденең бағыты үшін ол 1000н шамасында.

## **9. Ағаштың ылғалдығы да оның қасиеттеріне едәуір әсер етеді**

$W$  - ағаштың ылғалдығы - ағаштың қуыстарындағы бос судың %-бен берілген шамасы. Судағы ағаш үшін - 200%, жаңадан кесілген ағашта - 100%, ал кептіргенде 40, 25, 20, 10%-ға дейін төмендейді.

$W=8\div 12\%$  болғанда барлық конструкцияларда, желімденгендерде қолдануға болады.

Ағаштың кебуі, ісінуі де ерекше ескеруді қажет етеді.

Ағаштың айнауы ұзынабойлық және көлденең болып бөлінеді.

$$B_{12}=B_w[1+\alpha(\omega-12)]$$

бұл жерде үлгінің шектік беріктігі  $B_w$ ,  $B_{12}$  - 12% үлгілі ылғалдық,  $\omega=8\div 23\%$ ,  $\alpha=0,04$  (сығылу және иілу үшін).

## **10. Ағаш конструкцияларының ұзақ мерзімділік пайдалануын қамтамасыз ету**

Ағаш конструкциялары қолайлы жағдайларда жүздеген жылдарға дейін шыдайды. Бірақ оларда өрт қауіптілігі жоғары, шіруге бейім және тот басу мүмкіншілігі де жоғары. Сонымен қатар ағаштардың зақымдануына жағдай жасайтын жәндіктер де бар (термиттер, кеміргіш-қоңыздар, ал судың ішінде теңіз ағаш құрттары және т.б.)

Ағаш конструкцияларын ұзақ мерзімділік пайдалану конструкциялық және технологиялық шараларды қолданудың арқасында іске асады.

## **11. Шіру**

Шіру ағашта болатын майдаорганизмдердің тіршілігіне байланысты пайда болады. Шіруге қолайлы жағдай-жоғарғы температурадағы (0-50<sup>0</sup>С) ылғалдың жоғарылығы, ауаның әсері. Суда ылғалды жағдайда ағаш элементтер ұзақ уақыт сақталады. Сондықтан шіруге қарсы күресу шарты ағаштағы ылғалдық мөлшерін азайту болып табылады. Конструкциялық шараларға жататындар: ағашты ылғалдылықтың тікелей әсерінен қорғау, ғимарат ішінде құрғақ температуралық - ылғалдылық режимін сақтау (бөлмелерді желдету, бөлшектерді кептіретін жабдықтар қолдану). Конструкцияларда сызаттар және де тағы басқа да дымқыл ауа өтетін мүмкіншіліктер болмауы керек. Жабын конструкцияларында қолданылатын ағаш элементтер су өтпейтін жабын материалдармен қорғалуы керек. Жабын конструкцияларында ғимараттардың ішкі бөлмелері арқылы өтетін су құбырлары болмауы керек. Ылғалдан ағаштарды қорғау үшін ағаштың қабырғаларға тірелетін жерлерінде судан оқшаулау мақсатында қара қағаздар қолданылады, ағаш конструкциялары бөлмелерде будан оқшаулау қабатымен қорғалады. Егер ағаштарды пайдалану кезінде олардың ылғалдануы мүмкін болса, онда ағаштарды химиялық тәсілмен қорғау қолданылады. Ол үшін ағаштарға қысыммен немесе майлап антисептиктер сіңіріледі.

Мұндай қорғау түрі ағаштарды жегі-жәндіктерден де қорғайды.

## **12. Отқа төзімділік**

Конструкциялардың отқа төзімділігі күшсалмақ көтеріп тұрған элементтердің өрт кезіндегі көтеру қабілетін сақтайтын уақытпен есептеледі. Отқа төзімділік шегін арттыруға арналған конструкциялық шаралар:

- а) брандмауэр (өртке қарсы қабырға) орнату арқылы;
- б) ағаш қабырғалар мен үйдің төбелерін сылау;
- в) қоршау конструкцияларында отқа жанбайтын элементтерді қолдану.
- г) желімделген көлемді ағаш аркалықтар мен қаңқалар қолдану (элементтер неғұрлым көлемді болса, соғұрлым тұтануы қиын болады; көлемді ағаш элементтерінің отқа төзімділігі металл конструкцияларының отқа төзімділігінен жоғары екені анықталған).

Егер ағаш элементтерінің отқа төзімділігін арттыру керек болса онда ағаштарды тұтанудан қорғайтын қоспалармен майлау қолданылады, ол үшін антипириндер, шіруден қорғайтын антисептиктер, суды кері қайтаратын гидрофобты қасиеттері бар қоспаларды қолданады. Сонымен қатар қысыммен антипириндерді сіңдіру тәсілі де қолданылады.

### **13. Ағаштың тотбасуы**

Ағаштың тотбасуы дегеніміз ағаштардың қышқылдар, сілтілер және тұздар әсерінен қирауы, бұзылуы, зақымдануы. АҚ-ның конструкциялық шаралары орта және күшті жегі орталарда пайдаланылатын ағаштарды химиялық төзімді лабораториямен әрлеу, жабу, қаптау болып табылады.

Әлсіз жегі орталарда шырайлы қылқан жапырақты ағаштар химиялық төзімді материалдар болып есептеледі.

Негізінде құрылыста көлемді желімделген тұтас элементтердің қолданғаны және байланыстарында металл элементтері аз қолданғаны, олардың жегі ортаға төзімді қабаттармен майланғаны тиімді.

Жалпы алғанда ағашты қорғау дегеніміз оның әртүрлі әсерлерге жұмыс істеуіне де байланысты. Ағаштың шіруі немесе бұзылуы әртүрлі әсерлерге байланысты, мысалы оған ағаш кеміретін құрттар түседі. Оның түрлері де көп, сондықтан оны химиялық төзімділікке, беріктікке есептеумен және конструкциялық тәсілімен қорғайды. Ағаштарды конструкциялық тәсілімен қорғау, мысалы, пайдаланған кезде оның ылғалдылығы белгілі бір мөлшерден артпауы керек. Бұл жерде шатырлық жабындарда судан оқшаулау жұмысы немесе су өткізбейтін ылғалдан қорғау жұмысы орындалуы керек.

Екінші, ағаштарды қорғау түрі ол жаңағы әртүрлі құрттарды құрту жолдары, мысалы ағаштың температура  $80^{\circ}\text{C}$  жеткізілсе онда олардың ұрықтары жойылады. Оларды кеміргіш құрттар дейді. Бұл конструкциялық тәсілдер ағаштарды түгелдей қорғай алмайды сондықтан ағаштарды химиялық жолмен қорғау көп орын алады. Егер конструкциялар пайдалану кезінде ылғалды жағдайда жұмыс істесе оларды міндетті түрде химиялық тәсілімен қорғаймыз. Бұл ағашқа әртүрлі ерітінділерді сіңіру арқылы орындалады, ол ерітінділерді антисептиктер деп атаймыз.

### **14. Жазық ағаш конструкцияларының кеңістіктік орнықтылығын қамтамасыз ету**

Қаңқалары ағаштан және аралас элементтерден құралған ғимараттарда қаңқалардың геометриялық тұрғыдан өзгермеуін қамтамасыз ету үшін және ғимараттардың ұзына бойлық бағытына әсер ететін желді қабылдау үшін (қаңқалы ғимараттардағы көлденең бағытта әсер ететін жел күшсалмағын көлденең қаңқалар, ал қаңқасыз ғимараттарда - қабырғалар қабылдайды) байланыстардың үш түрі қолданылады.

А) Көлденең (немесе еңкіш) байланыстар.

Ағаштан құралған ғимараттарда көлденең байланыстарды ғимараттың көлденең шет жерлерінде, сонымен қатар әр 30м сайын орналастырады. Олар көлденең байланыс фермаларын құрайды, ол фермалардың белдеулері ретінде күшсалмақ көтеретін конструкциялардың жоғарғы белдеулері қолданылса, ал тіреу ретінде - арқалықтар немесе панельдер қолданылады. Осы байланыс фермаларының көлбеу элементтері созылу күшіне жұмыс атқаратын ағаш тақтайлардан немесе айқасқан болат тартпалардан құралады. Көлденең байланыстар арқалықтармен (немесе жабын панельдермен) бірге фермалардың жоғарғы белдеулерін және тұтас күшсалмақ көтеретін конструкциялардың (арқалық, арқа, қаңқа) орнықтылығын қамтамасыз етеді.

Б) Ұзынабойлық байланыстар.

Ұзынабойлық байланыстар фермалардың күшсалмақтарды қабылдайтын төменгі белдеулерін немесе тұтас ішкі (төменгі) жиектерін бекітеді. Ондай байланыстар тек қана тік емес, көлбеу, еңкіш те болады. Оларды есеп бойынша қабылданған қашықтықтағы аралықтарда қолданады, мұндай байланыстар конструкцияларды жұп-жұбымен байланыстырады.

Егер күшсалмақ көтеретін конструкция ретінде ферма мен тіреуіштер қолданылса, онда ұзынабойлық байланыстарды тек қана көлденең байланыс фермалары орналасқан бөліктерде қолданады.

В) Ұстын аралық байланыстар.

Ондай байланыстар горизонталь ұзынабойлық бағыттағы күшсалмақтарды қабылдау үшін және қаңқаның геометриялық өзгермеуін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Оларды көлденең байланыс фермаларының төменгі бөлігіне орналастырады.

### Бақылау сұрақтар:

1. Иілген ағаш тақтайлық төсемені беріктікке есептеу

А.  $\sigma \leq M/W \leq R_u$

Б.  $\sigma \geq M/W \leq R_u$

В.  $\sigma = M/W \leq R_u$

Г.  $\sigma \leq M/W = R_u$

Д.  $\sigma \leq M/W$

2. Иілген ағаш тақтайлық төсемені иілуге есептеу

А.  $f/l = \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150}$

Б.  $f/l = \frac{2.13 ql^3}{384 EJ} = \frac{1}{150}$

В.  $f/l = \frac{2.13 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150}$

Г.  $f/l \leq \frac{2.13 ql^3}{384 EJ} = \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150}$

Д.  $f/l = \frac{2.13 ql^3}{384 EJ}$

3. Бір аралықты ағаш арқалықты иілуге есептеу

А.  $f/l = \frac{5 ql^3}{384 EJ} = \frac{1}{200}$

Б.  $f/l = \frac{5 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$

В.  $f/l = \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$

Г.  $f/l = \frac{5 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$

Д.  $f/l \leq \frac{5 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$



4. Созылған ағаш элементтерін беріктікке есептеу

А.  $\sigma \geq \frac{N}{A}$

Б.  $\sigma = \frac{N}{A}$

В.  $\sigma = R_p$

Г..  $\sigma = \frac{N}{A} \leq R_p$

Д.  $\sigma \leq R_p$

5. Металл фермалардың сығылған стержендерінің қажетті ауданы қай өрнекпен анықталады

А.  $A = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c}$

Б.  $A = \frac{N}{R_s \gamma_c}$

В..  $A = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c}$

Г.  $A = \frac{N}{R_y \cdot \varphi_y \cdot C}$

Д.  $A = \frac{N}{R_y \cdot \varphi_e}$

6. Сығылған ағаш элементтерін беріктікке және орнықтылыққа есептеу

А..  $\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_c$

Б.  $\sigma \leq R_c$

В.  $\sigma = \frac{N}{\varphi A}$

Г.  $\sigma \geq \frac{N}{\varphi A}$

Д.  $\sigma = R_c$

7. Ортасынан сығылған тас конструкцияларының беріктік шарты

А.  $N \leq RA$

Б.  $N \leq \varphi RA$

В.  $N \leq m_y \varphi$

Г.  $N = m_y \varphi RA$

Д..  $N \leq m_y \varphi RA$

8. Ортасынан тыс сығылған тас конструкцияларының беріктік шарты

А.  $N = m_y \varphi_1 R A_c \omega$

Б..  $N \leq m_y \varphi_1 R A_c \omega$

В.  $N \leq m_y \varphi_1$

Г.  $N \leq R A_c \omega$

Д.  $N \leq \varphi_1 R$

9. Иілген ағаш тақтайлық төсемені иілуге есептеу

$$\text{А. } f/l = \frac{2.13 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150}$$

$$\text{Б. } f/l = \frac{2.13 ql^3}{384 EJ} = \frac{1}{150}$$

$$\text{В. } f/l = \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150}$$

$$\text{Г. } f/l \leq \frac{2.13 ql^3}{384 EJ} = \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150}$$

$$\text{Д. } f/l = \frac{2.13 ql^3}{384 EJ}$$

10. Бір аралықты ағаш арқалықты иілуге есептеу

$$\text{А. } f/l \leq \frac{5 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$$

$$\text{Б. } f/l = \frac{5 ql^3}{384 EJ} = \frac{1}{200}$$

$$\text{В. } f/l = \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$$

$$\text{Г. } f/l = \frac{5 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$$

$$\text{Д. } f/l = \frac{5 ql^3}{384 EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}$$

## ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. СНиП II-25-85. Деревянные конструкции. Нормы проектирования, Изд-во АСВ. М.: 2001-20с.
2. Арленинов Д.К. и др. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Изд-во АСВ. 2002-276с.
3. Зубарев Г.Н., Бойтемиров Ф.А., Головина В.М., Улицкая Э.М. Конструкции из дерева и пластмасс. 3-ое издание. Академия. М.: 2004. – 302с.

## 17. Дәріс

### Тақырып: «Пластмасса конструкциялары»

Жоспар:

1. Конструкциялық пластмассалар
2. Құрылыста қолданылатын пластмассалар
3. Әйнекті пластика
4. Синтетикалық шайыр
5. Көбікті пласттар
6. Органикалық әйнек
7. Ауа өткізбейтін талшықтар
8. Винипласт
9. Ағаш пластиктер

## 1. Конструкциялық пластмассалар

Олар құрылыста көтергіш және қоршаушы түрінде қолданады. Олардың негізгі химиялық өндірісіндегі материалдарының түрлері синтетикалық полимерлік шайырлар. Олардың сығылуға және созылуға есептік кедергілері 100МПа-ға дейін жетеді. Олардың кейбір түрлері жарық өткізгіш болады. Оны сәулет өнерінде кеңінен қолданамыз. Пластмасса құрылыс конструкцияларының артықшылықтары: олардың тығыздығының аз мөлшерде болуы -  $1500 \text{ кг/м}^3$  аспайды, олар суға төзімді және шіруге, бұзылуға төзімді, дайындаған кезде әртүрлі пішіндер беруге болады.

Оларды ең негізгі кемшілігі - қатаңдығының өте аз мөлшерде болуы, деформациялану шамасы өте жоғары және жұмсақ болғандықтан тез болуы зақымдануы, ұзақ мерзімде пайдалану кезінде жылжығыштық қасиеттерін жоғалтуы.

## 2. Құрылыста қолданылатын пластмассалар

Температураның әсерінен синтетикалық шайырлар 2 топқа бөлінеді:

1) термосозынды

2) терморреактивті

1) Шайырлар қыздырған кезде жұмсарып созылуға бейім болады, ал суытқанда қайтадан орнына келеді. Бұл процесс қайталанған сайын шайырдың химиялық құрамы өзгермейді (полиэтилен, полиуретан, полистирол). Жұқа материалдарды шығару үшін осы шайырды қолданады.

2) Шайырдан дайындалған заттар қыздырған кезде жұмсармайды, бірақ өзінің беріктігін және қатаңдығын жоғалтады. Бұл фенолальдегид эпоксидті, полиэфир шайырлар.

Пласмастарды дайындағанда неше түрлі материалдарды қолданады:

1) қатаю материалы

2) тез қатаю материалы

3) катализатор

4) пластификатор

Пласмастардың негізгі кемшілігі

1) қатаңдығы төмен

2) отқа шыдамайды

3) бетінің қатаңдығы төмен

4) пайдалынған кезде тез тозады

Пласмастардың түрлері:

1) әйнекті пластика

2) көпіршікті пластика

3) Винипласт

4) органикалық әйнек

5) жел, су өткізбейтін материалдар және пленкалар

6) ағашпластика

7) синтетикалық желімдер

### **3. Әйнекті пластика**

Әйнекті пластика екі негізгі компоненттен тұрады: синтетикалық байланыстырғыш және әйнекті талшық. Әйнекті пластиктерді өндіру негізі - ол қатпаған шайырға әйнекті талшықтарды қосады, кейін шайырды қатырады.

Синтетикалық байланыстырғыш әйнекті пластиканың тұтастығын және түрінің біркелкілігін қамтамасыз етеді, пайдалану жағдайында пайда болатын күшсалмақтардың бір бөлігін қабылдайды. Әйнекті пластиктарда көбінесе терморезистивті шайырларды пайдаланады, бұл технологиялық және эксплуатациялық қасиеттерді жақсартады.

Әйнекті талшықтар арматураланатын элемент. Бұл элементтер әйнекті пластиктардың жоғары беріктігін және соққыға қарсылығын қамтамасыз етеді. Әйнекті пластика жанатын немесе нашар жанатын болып бөлінеді.

Арнайы қоспалар шайырға өзінен-өзі тозатын қасиет береді. Әйнекті пластика майдаланған және үздіксіз болып екі топтан тұрады.

Біздің елде АТ-4С маркалы әйнекті пластика шығарылады, тығыздығы  $\rho=1900$  кг/м<sup>3</sup>, созылу кезіндегі беріктігі  $R=500$  МПа, ал серпімділік модуль  $E=18500$  МПа. Бұларды көтергіш конструкциялар ретінде де қолдануға болады.

### **4. Синтетикалық шайыр**

Бұл пластмассалардың негізгі компоненттері болып табылады. Олар 2 негізгі класқа бөлінеді - термопластикалық және терморезистивтік. Термопластикалық шайыр, (полиметил-метакрилат, поливинилхлорид, полистрол, полиэтилен және т.б.). Синтездеу процесінен кейін және шыны тәріздес массаға айналғаннан соң жылу әсерінен жұмсаруға бейімделеді, ал суытудан кейін қайтадан қатты күйіне келе алады. Термопласты шайырдан табақша материалдар-көпіршікті, пленкалар дайындалады. Терморезистивті шайырлар - жабысқақ аққыш қатты күйге тек 1 рет қана өте алады. Бұл процесс қатаюдың әсерінен не қыздырудан тұрады. Қатаю процесінен кейін терморезистивті материал жұмсармайды, ал қыздырсақ тек беріктігі мен қатандығы шамалы төмендейді.

Конструкциялық пластмассаларда келесі терморезистивті шайырлар қолданылады: фенолформальдегидтер, эпоксидтер, аққыш формальдегидтер. Терморезистивті шайырларды фанера жасағанда, әйнекті пластикті, көбікті пластикті, ағаш пластикті дайындағанда қолданады. Оларды бояғанда материал массасына бояулар ендіреді.

### **5. Көбікті пласттар**

Көбікті пласттар - бұл өте жеңіл газды панельді конструкциялық пластмасса. Олар қатты көбіктерден, тұйықталған ұяшықтардан, зақымсыз газбен немесе ауамен толтырылған қатайған полимерлі шайырдан тұрады.

Синтетикалық байланыстырғыштар ретінде термопластикалық немесе термоактивті шайырлар қолданылады. Термопластикалық полистрольді шайырдан ПС-1, ПС-4 және ПСБ көбікті полистролдар дайындайды. Терморезистивті полиуретанды және фенолформальдегидті шайырдан ПУ-10 және ФРН-1 дайындайды. Көбікті пласттар ыстық термопластикалық көпіршіктерден немесе терморезистивті шайырларға қатырғыштарды қосу арқылы пайда болады. Престелген

көбікті пластар үлкен қысымды қондырғыларда жасалады. Олар жоғары беріктікке ие болады.

Олардың тығыздығы өте аз болады  $30 \div 100 \text{ кг/м}^3$ . Ал беріктіктері тығыздығына байланысты:

сығылу кезінде -  $0,2 \div 0,5 \text{ МПа}$ ;

ал созу кезінде -  $0,1 \div 0,7 \text{ МПа}$ .

Көбікті пласттар - өте оңтайлы тиімді жылу өткізбейтін материал, яғни жылу өткізгіштігі төмен.

## **6. Органикалық әйнек**

Органикалық әйнек - бұл конструкциялық пластмасса, ешқандай толтырғышсыз, термопластикалық полимерлі шайырдан тұратын зат. Олар плита, табақша түрінде шығарылады.

Органикалық әйнектің иілу кезінде жеткілікті иілу беріктігі бар ( $10 \text{ МПа}$ ), бірақ қатаңдығы мен қаттылығы шектеулі, серпімділік модулі- $300 \text{ МПа}$ , беті тез мүжіледі, тозады, жылуға төзімділігі  $60^\circ\text{C}$ -ға дейін, тез жанғыш.

Ең негізгі артықшылығы өте жоғары дәрежелі мөлдірлік қасиеті ( $95\%$ ).

## **7. Ауа өткізбейтін талшықтар**

Ауа өткізбейтін талшықтар - эластикалық жабыннан және текстилден тұратын жаңа, ерекше конструкциялық материал. Техникалық текстиль негізгі ауа өткізбейтін мықты мақта болып табылады. Ол жоғары беріктіктегі синтетикалық талшықтардан дайындалады. «Капрон» сияқты полиамидті талшықтар кеңінен қолданылады.

«Лавсан» типті полиэфирлі талшықтар онша созылғыш емес және тозбайды. Синтетикалық талшықтар шірімейді, бірақ жанғыш болып келеді.

Ауа өткізбейтін талшықтар резіңкетехникалық заттар зауытында шығарылады және олар  $1\text{м}$ -ге дейін екі түрде дайындалады, ұзындығы  $20 \text{ м}$ , қалыңдығы  $1 \div 2 \text{ мм}$ , массасы  $0,5 \div 1,5 \text{ кг/м}^3$ . Біздің өндірісте ауа өткізбейтін талшықтар бір қабатты У-93 және екі қабатты У-92 түрінде шығарылады. Қалыңдығы  $1\text{мм}$ , таза каучуктан жасаған резіңке -пневматикалық талшықтар қаңқалы конструкциялардың камерасын жасағанда қолданылады.

Олардың тозуы ұзақ уақыт бойы пайдаланудан, яғни оттегі мен ауа азонының әсерінен болуы мүмкін.

Суыққа төзімділігі жеткілікті  $-50^\circ\text{C}$  -қа дейін өз қасиетін сақтайды, жылуға төзімділігі өте жоғары  $+50^\circ\text{C}$ -қа дейін пайдаланыла береді. Кемшілігі: тез жанғыш және тез тозады.

## **8. Винипласт**

Органикалық әйнек сияқты құрамы термопластиктерден тұрады. Ені  $120 \text{ см}$ -ге, қалыңдығы  $2 \text{ мм}$ -ге дейін толқынды және жазық түрдегі табақшалар болып шығарылады, мөлдір болуы да мүмкін.

Винипласттың қасиеттері органикалық әйнектерге ұқсас келеді.

Негізгі артықшылығы - өзі тозады. Агрессиялы химиялық ортада төзімділігі жоғары және салыстырмалы бағасы арзан. Химиялық агрессиялы ортада жұмыс істейтін конструкцияларда қолданылады.

## 9. Ағаш пластиктер

Ағаш пластиктер дегеніміз тазаланып өңделген ағаштар, мысалы, пластмассалар.

Өңделген таза ағаштарды жоғары қысымда және температурада синтетикалық шайырлы желімдермен байланыстырып жасалған заттар пластмассаларды құрайды.

Ағаш пластиктерінің түрлері:

а) суға төзімді фанера жұқа ағаштардан тұрады. Іргелес жатқан жұқа қабаттардың талшықтары өзара көлденең бағыттарда болады.

ҚМЖЕ бойынша желімделген АК-да фанераның ФСФ маркасы және ФБС маркасы қолданылады, ол фанералардың барлық қабаттары суға төзімді шайырлармен өңделген. Фанера алюминиден 4 есе жеңіл, оның жоғары беріктігі, жылу өткізгіштіктің және дыбыс өткізгіштіктің төмендігі, химиялық жегі ортаның әсеріне төзімділігі сияқты оңтайлы қасиеттері құрылыс саласында қолдануға қолайлы жағдай жасайды.

б) Жонылып майдаланған пластиктер - ағаш қабаттарын шайырмен толық сіңіріп ыстық пресстелініп дайындалады. ЖМП барлық ағаш пластиктердің ішіндегі ең берігі, бірақ құны жоғары, сондықтан оны жауапты элементтерді дайындағанда қолданады.

в) Ағаш талшықты плиталар қалыңдығы 3-6мм. Оларды ағаш талшықты жаңқаларды желімдеп байланыстыру арқылы дайындайды. Ағаш жаңқалы плиталар, қалыңдығы 6-32мм, оларды ағаш жаңқаларына шайырлы заттарды сіңдіріп ыстық кезінде пресстеу арқылы дайындайды. Негізінде ағаш жаңқалы плиталар бөлме ішіндегі қабырғаларды әрлеуде, ағаш қаптаулар ретінде де қолданылады. Бұл плиталарға антисептиктерді қолдану арқылы қорғау шараларын қолданады.

### Бақылау сұрақтар:

1. Конструкциялық пластмасс түрлері
2. Пластмассың түрлері
3. Әйнекті пластика
4. Көпіршікті пластика
5. Винипласт
6. Органикалық әйнек
7. Жел, су өткізбейтін материалдар
8. Ағаш пластика
9. Синтетикалық желімдер

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕДІЕТТЕР

1. СНиП II-25-85. Деревянные конструкции. Нормы проектирования, Изд-во АСВ. М.: 2001-20с.
2. Арленинов Д.К. и др. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Изд-во АСВ. 2002-276с.
- 3.Зубарев Г.Н., Бойтемиров Ф.А., Головина В.М., Улицкая Э.М. Конструкции из дерева и пластмасс. 3-ое издание. Академия. М.: 2004. – 302с

## 18.Дәріс

### Тақырып: «Көлденең қимасы тұтас ағаш және пластмасса конструкцияларының элементтерін есептеу»

Жоспар:

1. Шектік жағдайлардың топтарымен есептеудің негіздері
2. Көлденең қимасы тұтас элементтерді есептеу
3. Ағаш және пластмасса конструкцияларының жіктері, жалғасулары

#### 1. Шектік жағдайлардың топтарымен есептеудің негіздері

Конструкцияларды есептеудің мақсаты сенімділік, яғни олар белгілі бір талаптарды қанағаттандыруы керек. Конструкцияларды дайындау үшін мейлінше аз жұмыс істелуі керек және материалдардың аз қолданылуы керек. Егер пайдалану кезеңіндегі талаптар қанағаттандырылмаса, шектік жағдайлар пайда болады, оның себебі:

- а) Сыртқы әсерлерге кедергі жасай алмауы, беріктілігі мен қатаңдылығының бұзылуы
- б) Деформацияға ұшырауы.

Шектік жағдайдың болуының ең негізгілері:

- а) Сыртқы күшсалмақтардың әсері
- б) сапасы мен материалдың механикалық құрамы
- в) конструкциялардың жұмыс шарты

Шектік жағдайлар

сыртқы күшсалмақтар мен ішкі кернеулердің әсерінен конструкцияларды пайдаланудың мүмкін болмауы.

Қазіргі кезде құрылыс конструкциялары шектік жағдайлардың екі тобы бойынша есептелінеді.

Бірінші топ өте қауіпті, онда көтергіштік қабілеті немесе орнықтылықтың шамасы төмендегі шартқа сәйкес болуы керек

$$f/l \leq \left[ f/l \right]$$

Есептеулерде «Күшсалмақтар және әсерлер» атты ҚМЖЕ – ге сәйкес олардың және есептік мәндері қолданылады.

Күшсалмақтар тұрақты және уақытша (қар, жел, зілзала, қысқа және ұзақ мерзімді, ерекше және т.б.) болып кездеседі.

Сол сияқты мөлшерлік және есептік кедергілердің мәндері  $(R^h, R)$  серпімділік модулі Е қолданылады.

Ағаш және пластмасса конструкцияларын есептегенде күшсалмақтар, есептік үлгі және есептік қималар бойынша ішкі күштердің (M, N, Q) мәндері анықталып кернеулердің сәндері ( $\sigma, \tau$ ), иілу шамалары тексеріледі.

#### 2. Көлденең қимасы тұтас элементтерді есептеу

##### Созылған элементтер

Ағаштың созылуын есептеу үшін оның шұңқыр немесе қуыстарына байланысты болады. Осы әлсіз жерлеріндегі қысымның шоғырлануының әсерінен беріктігі төмендейді. Бұл есептеу төмендегі формуламен орындалады.

$$\sigma = \frac{N}{F_{HT}} \leq R_{\text{соз}}$$

### Сығылған элементтер

Сығылған элементтер беріктікке және орнықтылыққа төмендегі формуламен есептелінеді.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_{\text{сыг}};$$

ал өте қысқа сығылған элементтер үшін

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\text{сыг}}.$$

### Иілген элементтер

Иілген элементтерді беріктікке есептеу төмендегі формуламен орындалады

$$\sigma = \frac{M}{W_{HT}} \leq R_n$$

Мұндағы:  $M$  – есептік июші момент

$W_{HT}$  - кедергілік моменті

$R_n$  - июші есептік кедергі иілген элементтерді иілуге есептеу төмендегі формуламен орындалады (мысалы, біраралықты топсалы көлденең қимасы тікбұрышты аралық үшін)

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EJ} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$$

### Қиғаш иілген элементтер

Егер күшсалмақтың әсер ету бағыты негізгі қиылысу өсімен бағытас болмаса, онда бұл жағдай қиғаш иілу деп аталады, ол төмендегі формуламен есептелінеді.

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_n$$

Мұндағы  $M_x$  – X осіне қатысты июші момент

$M_y$  - Y осіне қатысты июші момент

$R_n$  - есептік июші кедергі

ал иілу мәні төмендегі формуламен тексеріледі

$$\frac{f}{l} = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{l} \leq \left[ \frac{f}{l} \right]$$

### Сығылып иілген элементтер

Созылып иілген элементтер төмендегі формуламен есептелінеді



$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_{\kappa}}{W} \leq R_{\text{сыз}}$$

### Созылып иілген элементтер

Созылып иілген элементтер төмендегі формуламен есептелінеді

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \frac{R_{\text{соз}}}{R_n} \leq R_{\text{соз}}$$

### Ағаштың жаншылуы

Ағаштың жаншылуы төмендегі формуламен орындалады

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\text{жан}}$$

### Ағаштың жаншылуы

Иілу кезіндегі жарылу төмендегі формуламен есептелінеді

$$\tau = \frac{Q_s}{l_b} \leq R_{\text{жар}}$$

Жалғаулардың жарылуы төмендегі формуламен есептелінеді

$$\tau = \frac{T}{A} \leq R_{\text{жар}}^{\text{жан}}$$

## 3. Ағаш және пластмасса конструкцияларының жіктері, жалғасулары

Ағаш жалғасулары өте жауапты болып табылады, себебі олар берік және сенімді болуы қажет ұзындығы бойынша жалғасулар – ұзарту, ені бойынша – біріктіру, ал тіректе бұрышпен жалғасса- анкерлеу тәсілдері бойынша орындалады.

Жалғасулардың қарапайымы және сенімдісі сығылған элементтерде болса, созылған элементтерде олар күрделі болады және жұмыстық байластырулар қолданылуы керек.

Жалғасулар:

- арнаулы байластырулар қолданылмайтын (конструкциялық кесулер, мандайша тіректер);
- металл байластырулары қолданылатын;
- желімделген байластырулары қолданылатын;
- ағаш байластырулары қолданылатын болып кездеседі.

Жұмыстық сипатына байланысты жалғасулар майысқақа және қатаң болып бөлінеді.

Созылған болттар қолданылған жағдайда  $\sigma = \frac{N}{0,8A} \leq R$

Иілген болттар қолданған жағдайда 
$$\sigma = \frac{N}{T\Pi_{ж1к}}$$

Суырылатын шегелік жалғаулар қолданған жағдайда

$$T_{с.ш} = R_{с.ш} \Pi dl_1$$

Иілетін шегелік жалғаулар қолданған жағдайда

$$T_{и} = 2,5d^2 + 0,01 d^2 \geq 4 d^2$$

Бұлардан басқа винттік жалғаулар, қамыт қолданылатын жалғаулар, ендіріліп қысылатын және т.б. кездеседі.

Желімдік жалғаулар көлденең, ұзынбойлық және бұрыштық болып қолданылады. Ұзынбойлық желімдік жалғау үшін

$$T = \Pi (d+0,005) R_{жар} K_{жар}$$

$$n = \frac{N}{T}$$

ал көлденең жалғау үшін  $T = \Pi (d+0,005) R_{жар} 90^0 K_{жар}$

Пластмасса конструкцияларының жалғасулары желімдік, желімдік металл, батырылатын, винттік, дәнекерленетін және тақтайлық болып бөлінеді.

### **Бақылау сұрақтар:**

1. Ағаш және пластмасс элементтердің созылуға беріктік шарты
2. Ағаш және пластмасс элементтердің сығылуға беріктік шарты
3. Ағаш және пластмасс элементтердің иілуге беріктік шарты
4. Ағаш иілген элементтердің иілісін тексеру
5. Ағаш сығылып иілген элементтердің беріктік шарты
6. Ағаш элементтерді жаншылуға есептеу
7. Ағаш және пластмасс конструкциялардың жіктері

### **ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕДІЕТТЕР**

1. СНиП II-25-85. Деревянные конструкции. Нормы проектирования, Изд-во АСВ. М.: 2001-20с.
2. Арленинов Д.К. и др. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Изд-во АСВ. 2002-276с.
3. Зубарев Г.Н., Бойтемиров Ф.А., Головина В.М., Улицкая Э.М. Конструкции из дерева и пластмасс. 3-ое издание. Академия. М.: 2004. – 302с

### Әдебиеттер тізімі

1. СНиП II-25-85. Деревянные конструкции. Нормы проектирования, Изд-во АСВ. М.: 2001-20с.
2. Арленинов Д.К. и др. Конструкции из дерева и пластмасс. М.: Изд-во АСВ. М.: 2002-276с.
3. Зубарев Г.Н., Бойтемиров Ф.А., Головина В.М., Улицкая Э.М. Конструкции из дерева и пластмасс. 3-издание. Академия. М.: 2004.-302с.
4. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции – М.: ЦИТП, 1988-192с.
5. Жилье и общественные здания.: Краткий справочник инженера-конструктора / Ю.А. Дыховичный, В.А.Максименко, Кондратьев В.Т.Крейтан, А.Н.Сканави, М.С.Вайнштейн; Под ред.Ю.А.Дыховичного.-3-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1991-656с.:ил.
- 6.Бржанов Р.Т. Темірбетон және тас құрылымдары: Қысқаша дәрістер құралы / Бржанов Р.Т. – Петропавловск.: М.Қозыбаев атындағы СКМУ. 2006.- 67 бет.
- 7.Мандриков А.П. Темірбетон конструкцияларын есептеудің мысалдары: оқу құралы. I-бөлім / А.П. Мандриков. – Алматы.: РБК. 1996.-229б.
8. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.С. Сигалов. – М.: Стройиздат. 1991.-767с.
- 9.Попов Н.Н. Проектирование и расчет железобетонных конструкций: учебник / Н.Н. Попов, А.В. Забегаев. – М.: Высшая школа. 1985.-319с. 10.СНиП 2.03.01-84 «Бетон және темірбетон құралымдары».
- 11.Металлические конструкции. Элементы конструкций. Том I. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Горева В.В., 2-е издание: - М.: Высшая школа, 2001. – 551с.
12. Металлические конструкции. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности ПГС. Под ред. Беленя Е.И., 6-е издание. – М.: Стройиздат, 1986-560с.
- 13.СНиП РК 5.04.23-2002г. Нормы проектирования. Строительные конструкции. – Астана, 2003-118с.
- 14.СНиП II-23-81\* Стальные конструкции. М. Изд-во АСВ. 2001.-35с

## МАЗМҰНЫ

1 Дәріс	Металл конструкциялардың материалдары	3
1	Құрылыс болаттар	3
2	Алюминий қорытпалары	6
2 Дәріс	Металл материалдың механикалық қасиеттері мен олардың көрсеткіштері	9
1	Болаттардың механикалық қасиеттері	9
2	Алюминий қорытпалардың механикалық қасиеттері	10
3 Дәріс	МКЭ есептеу негіздері	13
1	Ортасынан созылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу	13
2	Ортасынан сығылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу	14
3	Иілген элементтердің шектік күйі және оларды есептеу	15
3.1.	Иілген элементтерді сенімділік шекте есептеу	15
3.2.	Иілген элементті шектелген пластикалық деформация күйінде есептеу	15
3.3.	Иілген элементтердің жалпы орнықтылығын тексеру	16
4	Ортасынан тыс сығылған, созылған элементтердің шектік күйлері және оларды есептеу	17
5	Элементтердің жергілікті орнықтылығын тексеру	18
4 Дәріс	Темірбетонның мағынасы	23
1	Темірбетонның мәні	23
2	Бетон мен арматураның бірлескен жұмысы	23
3	Темірбетонның жақсы жақтары мен кемшіліктері	24
4	Темірбетонның түрлері	24
5 Дәріс	Бетонның негізгі физикалық-механикалық қасиеттері	27
1	Жалпы талаптар	27
2	Бетондарды жекелеген белгілеріне қарай топтастыру	27
3	Бетонның құрамы	28
4	Бетонның ширауы мен ісінуі	29
6 Дәріс	Бетонның беріктігі	31
1	Жалпы мәліметтер	31
2	Бетонның беріктігіне әсерін тигізетін факторлар	32
2.1.	Қату уақыты мен жағдайы	32
2.2.	Бетон үлгісінің формасы мен өлшемі	33
2.3.	Кернелген күйдің түрі	33
3	Күшсалмақтар әсерінің берілу ұзақтығы	36
4	Көп мәрте қайталанатын күштердің әсері	36
5	Бетонның динамикалық беріктігі	36
7 Дәріс	Бетонның деформациялануы	39
1	Жалпы мәліметтер	39
2	Күштік деформациялар	39
2.1.	Күшсалмақтар бір рет әрі қысқа мерзімде әсер еткендегі	39

	деформациялар	
2.2.	Күшсалмақтар тұрақты және ұзақ мерзімді әсер еткендегі деформациялар	41
2.3.	Күшсалмақтар көп мәрте қайталанған кездегі деформациялар	42
3	Көлемдік деформациялар	42
8 Дәріс	Темірбетонның арматурасы	44
1	Арматураны пайдаланудағы мақсат	45
2	Арматуралық болаттарды жіктеу	45
3	Арматураның түрлері	45
4	Арматуралық болаттардың механикалық қасиеттері	46
5	ТБК-ларда арматураны қолдануы	48
6	Дәнекерленген, тоқылған және сымдық арматуралық бұйымдар	48
9 Дәріс	Темірбетон	52
1	Арматура мен бетонның ілінісуі	52
2	Арматураның бетонда анкерленуі	53
3	Темірбетонның ширауы мен жылжығыштығы	54
10 Дәріс	Алдын-ала кернелген темірбетон конструкциялары	59
1	Алдын-ала кернелген темірбетонның мәні	59
2	Алдын-ала кернеу жасаудың тәсілдері	60
3	Бастапқы кернеудің шамасын тағайындау	61
4	Бастапқы кернеудің шығындары	62
11 Дәріс	Темірбетон кедергісі теориясының эксперименттік негіздері. Темірбетон конструкциялардың есептеу әдістері»	67
1	Жалпы мәліметтер	67
2	Кернеулік-деформациялық жағдайлардың үш кезеңі	69
2.1.	Кернеулік-деформациялық жағдайлардың бірінші кезеңі	69
2.2.	Кернеулік-деформациялық жағдайлардың екінші кезеңі	69
2.3.	Кернеулік-деформациялық жағдайлардың үшінші кезеңі	69
3	Мүмкіндік кернеу бойынша есептеу әдісі	70
4	Қиратушы күштер бойынша есептеу әдісі	71
5	Шектік күйлер бойынша есептеу әдісі	72
5.1.	Шектік күйлердің бірінші және екінші тобы	72
5.2.	Күшсалмақтар мен әсерлер	74
5.3.	Бетонның мөлшерлік және есептік кедергілері	76
5.4.	Арматураның мөлшерлік және есептік кедергілері	78
12 Дәріс	Иілген темірбетон элементтерді беріктікке есептеу	80
1	Иілген темірбетон элементтердің конструкциялық ерекшеліктері	81
2	Иілген темірбетон элементтердің тік қималары бойынша беріктікке есептеу	83
3	Тік бұрышты қималы жалғыз арматуралы иілген элементтерді беріктікке есептеу	87

4	Көлденең қимасы тік бұрышты қос жұмыстық арматуралы иілген элементтерді беріктікке есептеу	91
13 Дәріс	Көлденең қимасы тавр пішіндес иілген элементтердің тік қимасы бойынша беріктігін есептеу	96
1	Тавр пішіндес иілген элементтерді практикада қолдану	96
2	Екі есептік жағдай	97
3	Екі есептік жағдайын анықтау шарттары	99
14 Дәріс	Темірбетон иілген элементтерді көлбеу қималары бойынша беріктікке есептеу	101
1	ТБИЭ-дің көлбеу қималары бойынша жұмысы	101
2	ТБИЭ-дің беріктігін көлденең күштердің әсерінен көлбеу жарықшақтардың арасындағы сығылған бетонның жолақ бойынша есептеу	102
3	ТБИЭ-дің көлбеу қималарын көлденең күштер әсеріне есептеу	103
4	ТБИЭ-дің көлбеу қималарын июші моменттер әсеріне есептеу	106
5	Көлденең арматурасыз ТБ элементтерді есептеу	107
15 Дәріс	Тас және арматураланған тас конструкциялардың түрлері және материалдары	109
1	Жалпы талаптар	109
2	Тас қалауының материалдары	123
3	Тас материалдарының беріктігі және төзімділігі	111
4	Арматураланбаған тас қалауының беріктік және деформациялық сипаттамалары	112
16 Дәріс	Ағаш конструкциялары	118
1	Ағаштан дайындалған құрылыс конструкциялары	119
2	Ағаштардың артықшылықтары	120
3	Ағаштардың кемшіліктері	120
4	Ағашты және ағаштан жасалған пластиналарды ағаш конструкцияларда қолдану	122
5	Ағаштың негізгі қасиеттерінің көрсеткіштері	123
6	Ағаштың механикалық беріктігі	124
7	Ағаштың құрылысының біркелкі еместігі	124
8	Ағаштың қатаңдығы мен қаттылығы	125
9	Ағаштың ылғалдығы да оның қасиеттеріне едәуір әсер етеді	125
10	Ағаш конструкцияларының ұзақ мерзімділік пайдалануын қамтамасыз ету	126
11	Шіру	126
12	Отқа төзімділік	126
13	Ағаштың тотбасуы	127
14	Жазық ағаш конструкцияларының кеңістіктік орнықтылығын қамтамасыз ету	127
17 Дәріс	Пластмасса конструкциялары	130

1	Конструкциялық пластмассалар	131
2	Құрылыста қолданылатын пластмассалар	131
3	Әйнекті пластика	132
4	Синтетикалық шайыр	132
5	Көбікті пласттар	132
6	Органикалық әйнек	133
7	Ауа өткізбейтін талшықтар	133
8	Винипласт	133
9	Ағаш пластиктер	134
18 Дәріс	Көлденең қимасы тұтас ағаш және пластмасса конструкцияларының элементтерін есептеу	135
1	Шектік жағдайлардың топтарымен есептеудің негіздері	135
2	Көлденең қимасы тұтас элементтерді есептеу	135
3	Ағаш және пластмасса конструкцияларының жіктері, жалғасулары	137

Пішімі 60x84 1/12  
Көлемі 144 бет 12 шартты баспа табағы  
Таралымы 20 дана.  
Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ  
Редакциялық - баспа бөлімінде басылды.  
Ақтау қаласы, 27 ш/а.