

БАРИЛГА БАЙГУУЛАМЖИЙН НОРМ НОРМАТИВЫН,
БАРИМТ БИЧГИЙН ЕРӨНХИЙ ТОГТОЛЦОО
МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН НОРМ БА ДҮРЭМ

БЕТОН БА ТӨМӨР БЕТОН БҮТЭЭЦ,
ЕРӨНХИЙ ЖУРАМ
БНБД 52-01-.

Албан ёсны хэвлэл

МОНГОЛ УЛСЫН
БАРИЛГА, ХОТ БАЙГУУЛАЛТЫН ЯАМ

Улаанбаатар хот
2024 он

БАРИЛГА БАЙГУУЛАМЖИЙН НОРМ НОРМАТИВЫН,
БАРИМТ БИЧГИЙН ЕРӨНХИЙ ТОГТОЛЦОО
МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГЫН НОРМ БА ДҮРЭМ

БЕТОН БА ТӨМӨР БЕТОН БҮТЭЭЦ, ЕРӨНХИЙ
ЖУРАМ
БНБД 52-01-..

МОНГОЛ УЛСЫН БАРИЛГА, ХОТ БАЙГУУЛАЛТЫН ЯАМ

Улаанбаатар хот
2024 он

1. Монгол Улсын Барилга, хот байгуулалтын сайдын 202.. оны .. дугаар сарын ..-ны өдрийн .. дугаар тушаалаар батлав.

Боловсруулсан:

Я.Дүйнхэржав

Доктор(Ph.D), зөвлөх инженер

Энэхүү баримт бичгийг Барилгын асуудал эрхэлсэн төрийн захиргааны төв байгууллагын зөвшөөрөлгүйгээр бүрэн болон хэсэгчлэн хувилах, олшруулах, тараахыг хориглоно.

1. ХЭРЭГЛЭХ ХҮРЭЭ

1.1. Энэхүү норм ба дүрэм нь Монгол улсын цаг уурын нөхцөл (50°C-ийн дээшгүй -70°C-аас доошгүй температурын системтэй үйлчлэл), идэмхий биш орчинд ашиглагдах төрөл бүрийн зориулалттай барилга байгууламжийн бетон, төмөрбетон бүтээцийг төсөллөхөд хамаарна.

1.2. Энэхүү барилгын дүрэм нь хүнд, жижиг ширхэгтэй, хөнгөн, сүвэрхэг, хүчитгэсэн бетоноор хийсэн бетон, төмөрбетон бүтээцийг төсөллөхөд тавигдах шаардлагыг тогтооно.

1.3. Энэхүү дүрмийн шаардлагууд нь ган төмөр бетон бүтээц, тархмал арматуртай бүтээц, угсармал-цутгамал бүтээц, гидротехникийн байгууламж, гүүр, авто замын ба нисэх онгоцны зурвасын хучлага, бусад тусгай байгууламжийн болон түүнчлэн дундаж нягт нь 500-аас бага ба 2500 кг/м³-аас их бетон полимер ба полимер бетон, шохой, шаарга болон холимог холбогч (сүвэрхэг бетонд хэрэглэхээс бусад), гипс болон тусгай холбогч дээр, тусгай болон органик дүүргэгч дээр бетон, том нүхтэй бүтэцтэй бетон бетон ба төмөр бетон бүтээц зураг төсөлд хамаарахгүй.

Дээр дурдсан барилга байгууламжийн зураг төслийг холбогдох зохицуулалтын баримт бичгийн дагуу гүйцэтгэнэ.

2. ИШ ТАТСАН НОРМАТИВ БАРИМТ БИЧГҮҮД

Энэхүү барилгын дүрэмд дараах норматив баримт бичгүүдийг иш татсан:

MNS 423751994	Барилга байгууламжийн ган. Техникийн шаардлага
MNS 1920:1999	Бетоны бат бэхийг шалгаж, үнэлэх үндсэн зарчим
MNS ISO 6410-1:2005	Техникийн зураг. Эрээс ба эрээстэй эдлэхүүн. Ерөнхий зарчим
MNS JIS G 3532: 2006	Бага нүүрстөрөгчит ган утас
MNS 1185:1985	Бетон зуурмаг. Техникийн шаардлага
MNS ISO 404 : 2003	Ган ба ган бүтээгдэхүүн. Нийлүүлэх техникийн ерөнхий шаардлага.
MNS 0346:2000.	Барилгын ажил хэрэглэх хайрга, буталсан хайрга.
MNS 0392-2014	Барилга, байгууламжийн ажилд хэрэглэх элс. Техникийн шаардлага.
MNS 2370:2003	Угсармал төмөрбетон эдлэл ба бүтээц. Бат бэх, хөшүүн чанар, цав тэсвэрлэлтийг үнэлэх ба турших арга
MNS 1918:1985	Бетоны хүйтэн тэсвэрлэлтийг тодорхойлох арга
MNS 1272:1999	Бетоны бат бэхийг сорьцоор тодорхойлох арга
MNS 1170:2009	Бетон хольц турших арга
MNS 3073:2002	Төмөрбетон бүтээцийн бэхэлгээний төмөр ба арматурыг ширээсэн холбоо. Нэр төрөл, бүтээц ба хэмжээ.
MNS 2122:1985	Бетоны эзлэхүүн жин, чийглэг, ус шингээлт, сүвэрхэгжилт, ус үл нэвтрүүлэлтийг тодорхойлох.
MNS 2105:2000	Барилгын материалын нягтыг тодорхойлох
MNS 2797:2003	Төмөрбетон бүтээцийн ширээсэн арматур эдлэхүүн ба бэхэлгээ төмөр
MNS 4114-1991	Хэт богино авиагаар бетоны бат бэхийг тодорхойлох арга
MNS 3442-1988	Хүнд бетон. Механик үйлчлэлтэй багаж хэрэгслээр бетоны бат бэхийг эвдэхгүйгээр тодорхойлоход тавих

MNS ISO 12439:2012	шаардлага
MNS ASTM C494/C 494M:2011	Бетонд хэрэглэх ус.
MNS 3852:1985	Бетоны хиймийн нэмэлт. Техникийн шаардлага.
MNS GOST	Бетон ба төмөрбетон эдлэлийн металл хэв.
MNS AASHTO D724:2003	Бетон ба төмөрбетон бүтээгдэхүүн. Бетоны найрлага сонгох
MNS 3091:2008	Бетоныг өрөмдөж дээж авах, бат бэхийг тодорхойлох
MNS 0831:2001	Цемент. Техникийн шаардлага.
MNS 4241:2000	Сийрмэг бетон. Бүтээц ба эдлэхүүн. Техникийн шаардлага
MNS 3173:2002	Төмөрбетон бүтээцийн арматурын ган
БНБД 20-02-11	Цутгамал бетон, төмөрбетон бүтээцийн хашмал. Ангилал, техникийн шаардлага.
БНБД 20-04-17	Барилгын бүтээцийг зэврэлтээс хамгаалах төлөвлөлтийн норм
БНБД 50-01-16	Ачаа ба үйлчлэл
БНБД 32.02-03	Барилга байгууламжийн буурь, суурийн зураг төсөл зохиох норм ба дүрэм
БНБД 52.02-05	Авто замын гүүр ба хоолой төсөллөх
БНБД 52.03-03	Цутгамал бетон, төмөрбетон бүтээц
БНБД 12-01-03*/2009	Угсармал бетон, төмөрбетон бүтээц
БНБД 21-01-02	Барилгын үйлдвэрлэлийн зохион байгуулалт
БНБД 21-02-02	Барилга байгууламжийн галын аюулгүй байдал
БНБД 23-01-09	Барилга байгууламжийн зураг төсөл зохиох галын аюулгүй норм
БНБД 23-02-09	Барилгад хэрэглэх уур амьсгал, геофизикийн үзүүлэлтүүд
БНБД 32-04-07	Барилгын дулаан хамгаалалт
БНБД 33-01-03	Төмөр зам ба автозамын тоннель
БНБД 22-01.21	Усны барилга байгууламжийн зураг төсөл зохиох үндсэн дүрэм
БНБД 53-03-22	Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм
БНБД 32-02-03	Ган бүтээц (Зураг төсөл боловсруулах норм ба дүрэм)
БНБД 33-05-09	Авто замын гүүр ба хоолой төсөллөх
БНБД 32-02-03	Усны барилга байгууламжийн ачаалал ба үйлчлэл
БД 52-110-20	Бетон ба төмөрбетон боомт
	Мяндас полимер арматуртай бетон, төмөрбетон бүтээц.

3. Нэр томъёо ба тодорхойлолтууд

Энэхүү барилгын дүрэмд дараах нэр томъёог харгалзах тодорхойлолтын хамт хэрэглэсэн:

3.1. Арматурын тээглүүр: төгсгөлд нь тусгай чагтан төхөөрөмж суулгаж, эсвэл тооцооны огтлолтой арматурыг бетонд тодорхой урттай шигтгэж, түүнд үйлчилж байгаа хүчлэлийг авч чадах арматуран бэхэлгээ

3.2. Бүтээцлэлийн арматур: тооцоогүйгээр, бүтээцлэлийн үүднээс тавьсан арматур.

- 3.3. Урьдчилан хүчитгэсэн арматур: ашиглалтын үеийн гаднын ачаа үйлчлэлээс өмнө бүтээцийг бэлтгэх явцад анхны (урьдчилан) хүчдэлтэй болгосон арматур
- 3.4. Ажлын арматур: Тооцоогоор тодорхойлж тавьсан арматур.
- 3.5. Бетон хамгаалалтын үе: элементийн захаас хамгийн ойр байгаа арматурын шилбэний гадаргуу хүртэлх бетон давхаргын зузаан.
- 3.6. Бетон бүтээц: арматургүй, дан бетоноор гүйцэтгэсэн эсвэл тооцоонд оруулаагүй, зөвхөн бүтээцлэлийн үүднээс арматурласан бүтээц. Бетон бүтээцийн бүх төрлийн үйлчлэлийн тооцооны хүчлэлийг зөвхөн бетон хүлээж авна.
- 3.7. Төмөрбетон бүтээц: ажлын ба бүтээцлэлийн арматуртай (арматурчилсан бетон бүтээц) бетоноор хийсэн бүтээц. Төмөрбетон бүтээцийн бүх төрлийн үйлчлэлийн тооцооны хүчлэлийг бетон ба ажлын арматурууд хүлээн авна.
- 3.8. Төмөрбетонын арматурлалын илтгэлцүүр μ : арматурын огтлолын талбайг бетоны огтлолын ажлын талбайд харьцуулсан харьцаа, %.
- 3.9. Бетоны ус үл нэвтрүүлэлтийн марк, W : стандарт туршилтын нөхцөлд бетоны дээжээр ус нэвтэрдэггүй усны хамгийн их даралтаар тодорхойлогддог бетоны нэвчилтийн үзүүлэлт.
- 3.10. Бетоны хүйтэн тэсвэршлийн марк, F : Заасан хязгаарт анхны физик, механик шинж чанараа хадгалсан стандарт жишиг аргын дагуу туршсан бетоны сорьцын хөлдөх, гэсэлтийн мөчлөгийн хамгийн бага тоо.
- 3.11. Өөрөө хүчитгэх бетоны марк, S_p : дагуу арматурлалын илтгэлцүүрийн утга $\mu = 0.01$ үед түүний тэлэлтийн үр дүнд бетонд үүссэн урьдчилсан хүчдэлийн утга, МПа.
- 3.12. дундаж нягтаар илэрхийлэх бетоны марк; D : дулаан тусгаарлах шаардлагад хамаарах бетоны нягтын утга кг/м^3 .
- 3.13. Массив бүтээц: бүтээцийн бетон хатах ил гадаргуугийн талбай м^2 -г түүний эзлэхүүн м^3 -д харьцуулсан харьцаатай 2-той тэнцүү буюу бага байна.
- 3.14. Бетоны хүйтэн тэсвэршил: олон давтагдах хөлдөөж, гэсгээх мөчлөгийн үед бетоны физик-механик шинж чанарыг хадгалах чадварыг хэлэх ба үүнийг хүйтэн тэсвэршлийн маркаар F зохицуулна.
- 3.15. Арматурын механик холболт: шахалт, суналтын хүчлэлийг хүлээж авах бугуйвчан холбоос (муфт) ба хоёр арматураас бүрдэх холболт.
- 3.16. Босоо огтлол: Элементийн дагуу тэнхлэгт перпендикуляр хавтгай дахь огтлол.
- 3.17. Налуу огтлол: Элементийн тэнхлэгийг дайран өнгөрөх босоо хавтгайд перпендикуляр, дагуу тэнхлэгт налуу хавтгай дахь элементийн огтлол.
- 3.18. Бетоны нягт: Бетоны массыг түүний эзлэхүүнд харьцуулах харьцаатай тэнцүү бетоны шинж чанар, үүнийг дундаж нягтын D маркаар зохицуулна.
- 3.19. Хязгаарын хүчлэл: Материалын шинж чанарыг хүлээн авах утгын үед элементийн хөндлөн огтлолын хүлээн авах хамгийн их хүчлэл.
- 3.20. бетоны нэвтрүүлэлт: Даралтын градиент (усны үл нэвтрүүлэлтийг W тэмдэглэгээгээр илэрхийлнэ) эсвэл даралтын градиент

байхгүй үед усанд ууссан бодисын тархалтын нэвчилтийг хангах бетоны шинж чанар. (гүйдлийн нягт ба цахилгаан потенциалын хэвийн утгуудаар журамлана).

3.21. огтлолын ажлын өндөр: Элементийн шахалтын бүсийн хүндийн төвөөс суналтын эсвэл хамгийн бага шахалтад ажиллах дагуу арматурын хүндийн төв хүртэлх зай.

3.22. Бетоны өөрийн хүчдэл: Бетон бэхжих үед цементэн чулуунд хязгаарлагдмал тэлэлт явагдах ба үүний үр дүнд бүтээцийн бетонд үүсэх шахалтын хүчдэл S_p .

3.23. Бугуйвчан холбоос (муфт): Хүчлэлийг нэг шилбэнээс нөгөөд дамжуулах зорилготой арматурын механик холболтын шаардлагатай нэмэлт элементүүдтэй төхөөрөмж.

3.24. Арматурын зөрүүлэн холболт: Арматурыг уртын дагуу гагнуургүйгээр холбохдоо нэг арматурын үзүүрийг нөгөө арматурын үзүүртэй зөрүүлэх замаар холболтыг гүйцэтгэнэ.

4. Бетон ба төмөрбетон бүтээцэд тавигдах ерөнхий шаардлага

4.1 Бүх төрлийн бетон ба төмөрбетон бүтээц нь дараах шаардлагыг хангасан байна:

- аюулгүй байх;
- ашиглалтад тохиромжтой байх;
- удаан эдэлгээтэй байх

түүнчлэн зураг төслийн даалгаварт өгөгдсөн нэмэлт шаардлагууд.

4.2 Аюулгүй байдлын шаардлагыг хангахын тулд бүтээц нь барилга байгууламжийг барих, ашиглах явцад янз бүрийн тооцооны үйлчлэлд аливаа шинжтэй эвдрэлгүй мөн иргэд, амьтан, ургамлын амь нас, эрүүл мэнд, эд хөрөнгө, байгаль орчинд хохирол учруулахтай холбоотой ашиглалтын тохиромжтой байдлыг алдагдуулахгүй анхны шинж чанартай байна.

4.3. Ашиглалтад нийцэх шаардлагыг хангахын тулд бүтээц нь янз бүрийн тооцооны үйлчлэлийн үед ан цав үүсэхгүй, хэт их нээгдэхгүй байх, түүнчлэн хэт их шилжилт, хэлбэлзэл болон бусад эвдрэл, гэмтэл үүсэхгүй, хэвийн ашиглалтад саад учруулахгүй (бүтээцийн гадаад үзэмжид тавигдах шаардлага, тоног төхөөрөмж, механизмын хэвийн үйл ажиллагаанд тавигдах технологийн шаардлага, элементүүдийн хамтын ажлын бүтээцлэлийн шаардлага, зураг төслийн үед тогтоосон бусад шаардлагууд) байх тийм анхны шинж чанартай байна

Шаардлагатай тохиолдолд бүтээцийн зориулалт, ашиглалтын нөхцөлөөс хамааран бүтээц нь дулаан тусгаарлалт, дуу чимээ тусгаарлагч, биологийн хамгаалалт болон бусад шаардлагыг хангасан шинж чанартай байна.

Ан цав байхгүй байх шаардлагыг төмөрбетон бүтээцэд тавьдаг ба ийм төмөрбетон бүтээцийн суналтын огтлолд үл нэвтрүүлэлт (шингэн эсвэл хийн даралт, цацрагийн үйлчлэлд өртөх гэх мэт) бүрэн хангагдсан байна. Өвөрмөц бүтээцэд удаан эдлэгдэх чадварын өндөржүүлсэн шаардлагыг түүнчлэн БНБД 20-02-11-ийн -ийн дагуу идэмхий орчинд ашиглагдах бүтээцэд ан цав байхгүй байх шаардлагыг бас тавина.

Бусад төмөрбетон бүтээцэд ан цав үүсэхийг зөвшөөрдөг бөгөөд тэдгээрт ан цавын нээгдэлтийн өргөнийг хязгаарлах шаардлагыг дагаж мөрдөнө.

4.4. Удаан эдлэгдэх шаардлагыг хангахын тулд бүтээц нь янз бүрийн нөлөөлөл (ачааллын удаан хугацааны үйлчлэл, цаг уурын, технологийн, температур, чийгшил, хөлдөлт, гэсэлтийн давтагдах үйлчлэл, идэмхий үйлчлэлийн сөрөг нөлөөллүүд гэх

мэт) бүтээцийн геометр шинж, материалын механик шинж чанарт үзүүлэх нөлөөллийг тогтоосон урт хугацааны туршид аюулгүй байдал, ашиглалтын шаардлагыг хангасан анхны шинж чанартай байна.

4.5. Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн аюулгүй байдал, ашиглалтад нийцэх чадвар, удаан эдлэгдэх чадвар болон зураг төслийн даалгавраар тогтоосон бусад шаардлагыг хангасан байх. үүнд:

- бетон ба түүний найрлагад тавигдах шаардлага;
- арматурт;
- бүтээцийн тооцоонд;
- бүтээцлэлийн шаардлага;
- технологийн шаардлага;
- ашиглалтын шаардлага.

Ачаалал ба үйлчлэл, галд тэсвэршлийн хязгаар, ус үл нэвтрүүлэлт, хүйтэнд тэсвэршил, хэв гажилтын хязгаарын үзүүлэлтүүд (хотойлт, шилжилт, хэлбэлзлийн далайц), гадна агаарын температур ба орчны харьцангуй чийгшлийн тооцооны утгын шаардлагуудыг, идэмхий орчны үйлчлэлээс барилгын бүтээцийг хамгаалахад тавигдах шаардлага гэх мэтийг БНБД 21-01-02, БНБД 22-01-21, БНБД 20-04-17, БНБД 50-01-16, БНБД 20-02-11, БНБД 23-01-09 -ээр тогтооно.

4.6. Бетон ба төмөрбетон бүтээцийг төсөллөх үед бүтээцийн найдваршлыг барилга байгууламжийн хариуцлагын түвшнийг бодолцон, бетон ба арматурын нормын утгыг харгалзах тухайн найдваршлын илтгэлцүүрийн тусламжтай тодорхойлсон ачаалал ба үйлчлэлийн тооцооны утга, бетон арматурын тооцооны үзүүлэлтийг хэрэглэх замаар тооцооны хагас магадлалын аргаар *БНБД 20-01-11*-ийн дагуу тогтоодог.

Ачаалал ба үйлчлэлийн нормын утга, ачааллын болон бүтээцийн зориулалтын найдваршлын илтгэлцүүрийн утгыг, мөн түүнчлэн ачааллыг байнгын болон түр (урт ба богино хугацааны) гэж хуваахыг БНБД 20-04-17-ийн дагуу тогтооно.

Ачаалал ба үйлчлэлийн тооцооны утгыг тооцооны хязгаарын төлөв, тооцооны нөхцөл байдлаас хамааран тогтооно.

Материалын үзүүлэлтийн тооцооны утгын найдваршлын түвшинг тооцооны нөхцөл ба харгалзах хязгаарт хүрэхэд учирч болох аюулын хэмжээнээс хамааруулан тогтоох бөгөөд бетон ба арматурын (эсвэл бүтээцлэлийн гангийн) найдваршлын илтгэлцүүрийн утгаар зохицуулна.

Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн тооцоог тооцооны хамааралд орсон үндсэн хүчин зүйлсийн хувьсах байдлын талаар хангалттай мэдээлэл байгаа тохиолдолд бүрэн магадлалын тооцоог үндэслэн найдваршлын өгөгдсөн утгын дагуу гүйцэтгэж болно.

5.Бетон, төмөрбетон бүтээцийн тооцоонд тавигдах шаардлага.

5.1. Ерөнхий үндэслэл

5.1.1. Бетон болон төмөрбетон бүтээцийн тооцоог *БНБД 20-01-11*-ийн дагуу хязгаарын төлөвөөр хийнэ. Үүнд:

- нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөв, бүтээц ашиглалтад бүрэн нийцэхгүй болох;
- хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөв, бүтээцийг хэвийн ашиглахад бэрхшээлтэй болох эсвэл бүтээцийн эдэлгээний хугацааг төлөвлөснөөс багасгахад хүргэх.

Төмөрбетон бүтээцийн тооцоо нь барилга, байгууламжийн ашиглалтын нийт хугацааны туршид, түүнчлэн тэдгээрт тавигдах шаардлагын дагуу үйлдвэрлэлийн ажлыг гүйцэтгэх явцад барилга, байгууламжийн найдвартай байдлыг хангах ёстой.

Нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд дараах зүйл хамаарна:

- бат бэхийн тооцоо;
- хэлбэрийн (нимгэн ханатай бүтээцэд) тогтворшлын тооцоо;
- байрлалын (онхолдох, гулсах, хөвөх) тогтворшлын тооцоо.

Бетон болон төмөрбетон бүтээцийн бат бэхийн тооцоог анхны хүчдэлт төлөвийг (урьдчилсан хүчитгэл, температурын болон бусад үйлчлэл) бодолцон төрөл бүрийн үйлчлэлээс бүтээцэд үүсэх хүчлэл, хүчдэл, хэв гажилт нь нормоор тогтоосон харгалзах утгаас хэтрэхгүй байх нөхцөлөөр гүйцэтгэнэ.

Бүтээцийн хэлбэр ба байрлалын (бүтээц ба буурийн хамтын ажиллагаа, тэдгээрийн хэв гажих чанар, буурьтай нийлэх хэсгийн шилжисхийлтийн эсэргүүцэл болон бусад онцлогуудыг бодолцон) тогтворшлын тооцоог тодорхой бүтээцийн төрөл тус бүрийн тухайд норматив баримт бичгийн дагуу гүйцэтгэнэ.

Барилга, байгууламжийн ашиглалтыг зогсоох (хэт их хэв гажилт, холболтод шилжисхийлт болон бусад) нөхцөлтэй холбогдуулан бүтээцийн төрөл, зориулалтаас хамааруулан хязгаарын төлөвийн тооцоог хийнэ.

Хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд дараах тооцоонууд хамаарна:

- ан цав үүсэлтийн тооцоо;
- ан цавын нээгдэлтийн тооцоо;
- хэв гажилтын тооцоо.

Хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоог түр болон удаан үйлчлэлтэй ачааллын үйлчлэлээр хийнэ.

Бетон, төмөрбетон бүтээцийн ан цав үүсэлтийн тооцоог ачааллаас бүтээцэд үүсэх хүчлэл, хүчдэл, хэв гажилт ан цав үүсэх үеийн хязгаарын утгаас хэтрэхгүй байх нөхцөлөөр хийнэ.

Бетон, төмөрбетон бүтээцийн ан цавын нээгдэлтийн тооцоог ачааллаас бүтээцэд үүссэн ан цавын нээгдэх өргөн нь ашиглалтын нөхцөл, хүрээлэн байгаа орчны нөлөөлөл, арматурын зэврэлтийн онцлогийг бодолцон бүтээцэд тавих шаардлагаар тогтоосон хязгаарын утгаас хэтрэхгүй байгаа нөхцөлөөр хийнэ.

Бетон, төмөрбетон бүтээцийн хэв гажилтын тооцоог ачааллаас бүтээцэд би болох хотойлт, эргэлтийн өнцөг, шилжилт, хэлбэлзлийн далайц нь зөвшөөрөгдөх хязгаарын хэмжээнээс хэтрэхгүй байх нөхцөлөөр хийнэ.

Ан цав үүсэхийг зөвшөөрөхгүй бүтээц нь ан цавгүй байх шаардлагыг хангасан байвал зохино. Ийм бүтээцэд ан цавын нээгдэлтийн тооцоо хийхгүй.

Бусад бүтээцийн тухайд ан цав үүсэхийг зөвшөөрөх ба ан цав үүсэлтийн тооцоог ан цавын нээгдэлтийн тооцоо хийх шаардлагатай эсэх болон хэв гажилтын тооцоонд ан цавыг тооцох эсэхийг тогтоох зорилгоор хийнэ.

5.1.2 Бетон, төмөрбетон бүтээцийн I ба II бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоог (шугаман, хавтгай, орон зайн, цул) бүтээц ба түүнээс бүрдэх барилга, байгууламжийн системд үйлчлэх гаднын үйлчлэлээр тооцож гаргасан хүчдэл, хүчлэл, хэв гажилт, шилжилтээр бодит шугаман бус байдал (бетон, арматурын харимхай биш хэв гажилт), болзошгүй ан цавын үүсэлт, шаардлагатай тохиолдолд анизотропи чанар, согогийн хуримтлал, геометр шугаман бус (бүтээцийн хүчдэлийн өөрчлөлд хэв гажилтын нөлөө)- ыг харгалзан үзэж гүйцэтгэнэ.

Физик шугаман бус байдал ба анизотропи чанарыг хүчдэл ба хэв гажилт (эсвэл хүчлэл ба шилжилт)-ын хамаарлыг тодорхойлох, түүнчлэн материалын бат бэх, ан цав тэсвэршлийн нөхцөлд тооцох хэрэгтэй.

Статик тодорхой биш бүтээцэд ан цав үүсэх, бетон ба арматурын харимхай бус хэв гажилт элементийн хязгаарын төлөв үүсэх хүртэл нэмэгдэх зэрэг шалтгаанаас системийн элементүүдэд хүчлэл дахин хуваарилахыг тооцох хэрэгтэй. Төмөрбетоны харимхай бус шинж чанарыг оролцуулж тооцох тооцооны арга байхгүй, түүнчлэн

төмөрбетон элементийн харимхай бус ажлын тухай өгөгдөхүүн байхгүй бол статик тодорхой биш бүтээцийн хүчлэл, хүчдэлийг төмөрбетон элементийн харимхай ажлынхаар хялбарчлан тодорхойлохыг зөвшөөрнө. Энэ тохиолдолд шугаман бус загварчлалын туршилтын судалгааны үндсэн дээр эсвэл ижил төстэй объектын тооцооны үр дүн, шинжээчийн үнэлгээний мэдээлэлд үндэслэн шугаман тооцооллын үр дүнг засварлах замаар физик шугаман бус нөлөөллийг харгалзан үзэхийг зөвлөж байна.

Бүтээцийн бат бэх, хэв гажилт, ан цав үүсэлт, нээгдэлтийг төгсгөл элементийн аргын үндсэн дээр тооцоход бүтээцийг бүрдүүлэгч бүх төгсгөл элементүүдийн хувьд бат бэх, ан цав тэсвэршлийг, түүнчлэн бүтээцэд хэт их шилжилт үүсэх нөхцөлийг заавал шалгавал зохино. Бат бэхийн хязгаарын төлөвийг үнэлэхэд зарим төгсгөлөг элемент эвдрэхийг зөвшөөрөх ба энэ эвдрэл нь барилга байгууламжийг нурахад хүргэхээр өргөжихгүй, тооцоолсон ачааллын үйлчлэлийн туршид ашиглалтад нийцэх байдлыг хадгалах, сэргээх боломжтой байвал зохино.

Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн хязгаарын хүчлэл ба хэв гажилтыг авч үзэж буй хязгаарын төлөв дэх бүтээц ба материалын ажиллагааны бодит байдалд аль болох ойртсон бүдүүвч (загвар)-ийг ашиглан тодорхойлно.

Хангалттай налархай хэв гажилтыг тэсвэрлэх чадвартай (тухайлбал: бодит урсалтын урсалтын хязгаартай арматурыг хэрэглэх үед) төмөрбетон бүтээцийн даах чадварыг хязгаарын тэнцвэрийн аргаар тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

5.1.3 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн хязгаарын төлөвийн тооцоо хийхдээ *БНБД 20-01-11* -ийн дагуу тооцооны янз бүрийн нөхцөлүүдийг тухайлбал: үйлдвэрлэх, тээвэрлэх, угсрах, ашиглах үе шат, осол аваарын түүнчлэн гал түймрийн нөхцөлийг харгалзан үзвэл зохино.

5.1.4 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн тооцоог хүрээлэн буй орчны нөлөөллийг (цаг уурын нөлөөлөл ба ус - усаар хүрээлэгдсэн бүтээц) түүнчлэн гал түймэр, технологийн температур, чийгшлийн үйлчлэл, идэмхий химийн орчинд үзүүлэх үйлчлэлийг бодолцон барилга, байгууламжийн үйл ажиллагааны зориулалтад тохирсон бүх төрлийн ачааллыг харгалзан гүйцэтгэнэ.

5.1.5 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн тооцоог гулзайлтын момент, дагуу хүч, хөндлөн хүч, мушгих моментыг үйлчлэл, түүнчлэн ачааллын орчны үйлчлэлд тус тус хийнэ.

5.1.6 Угсармал бүтээцийн элементүүдийг өргөх, тээвэрлэх, угсралтын явцад үүсэх хүчлэлийн үйлчлэлд тооцохдоо элементүүдийн жингээс ирэх ачааллыг дараах динамик илтгэлцүүртэй авна. Үүнд:

- тээвэрлэх үед 1,60,
- өргөх, угсрах үед 1,40.

Тогтоосон журмын дагуу үндэслэлтэй бол динамик илтгэлцүүрийн утгыг багаар авахыг зөвшөөрнө, гэхдээ 1.25-аас багагүй байна.

5.1.7 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн тооцоонд бетон ба арматурын төрөл, ачааллын байдал ба хүрээлэн буй орчны нөлөө, арматурлах арга, арматур ба бетоны хамтын ажиллагаа (арматурын бетоной барьцалдсан эсэх) үйлдвэрлэх технологи, барилга байгууламжийн төмөрбетон элементийн бүтээцлэлийн төрөл зэрэг онцлогуудыг тооцох хэрэгтэй.

5.1.8 Урьдчилан хүчитгэсэн бүтээцийн тооцоог арматур, бетон дахь анхны (урьдчилсан) хүчдэл ба хэв гажилт мөн урьдчилан өгсөн хүчдэлийн алдагдал, бетонд урьдчилан хүчдэлийг дамжуулах онцлогийг харгалзан гүйцэтгэнэ.

5.1.9 Цутгамал бүтээцийн бат бэх нь бетоны ажлын заадлыг тооцсон бүтээцийн бат бэхээр хангагдана.

5.1.10 Угсармал бүтээцийн тооцоонд ган нарийвч, арматурын гаргалгааг залгаж бетоноор цутгаж цулжуулах замаар хийсэн угсармал элементийн зангилаа ба уулзварын бат бэх хангагдсан байх хэрэгтэй.

5.1.11. Харилцан перпендикуляр чиглэлтэй хүчний үйлчлэлд байгаа хавтгай ба орон зайн бүтээцийг тооцоолохдоо бүтээцээс салгаж авсан бие даасан, хажуу гадаргуунуудад нь үйлчилж буй хүчлэлтэй хавтгай хавтгай эсвэл орон зайн төлөөлөх жижиг элементийг авч үзнэ. Хэрвээ элементэд ан цав байвал, дээрх хүчлэлийг ан цавын байрлал, арматурын хөшүүншил (тэнхлэгээр ба жишүү өнцгөөр) бетоны хөшүүншил (ан цавын хооронд болон ан цавыг дайрсан) болон бусад онцлогийг харгалзан үзэж тодорхойлно. Ан цавгүй тохиолдолд хүчлэлийг цул биетэй адил тодорхойлно.

Ан цавтай тохиолдолд төмөрбетон элементийн харимхай ажилтай гэж хялбарчлан үзэж хүчлэлийг тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

Ан цавтай хэсэг дэх суналтын арматурын болон ан цавуудын хоорондох бетоны ажлыг харгалзаж үзсэн тооцооны загварын үндсэн дээр хавтгай хүчдэлт төлөвт орших элементэд үйлчилж буй хүчлэлийн чиглэлд өнцөг үүсгэх хамгийн аюултай гэж үзсэн огтлолоор тооцоог гүйцэтгэнэ.

5.1.12 Хавтгай ба орон зайн бүтээцийн бат бэхийн тооцоог бүхэлд нь хязгаарын тэнцвэрийн аргын үндсэн дээр түүний дотор эвдрэлийн үед харгалзах хэв гажилтын төлөв байдлыг бодолцож хийхийг зөвшөөрнө.

5.1.13. Харилцан перпендикуляр гурван чиглэлийн хүчний үйлчлэлд байгаа цул бүтээцийн тооцоонд элементийн ирмэгийн дагуу үйлчлэх хүчлэлтэй бие даасан жижиг эзлэхүүнтэй бие даасан элементүүдэд уг цулыг хуваасан гэж авч үзнэ. Үүнийг (5.1.11) зүйлд заасан хавтгай элементүүдтэй адил гэж үзэж хүчлэлийг тодорхойлно. Эзлэхүүнт хүчдэлд төлөвт орших бетон ба арматурын ажлыг тооцсон тооцооны загварт үндэслэн элементэд үйлчилж буй хүчлэлийн чиглэлд өнцөг үүсгэх байрлалтай хамгийн аюултай огтлолоор тооцоо хийвэл зохино.

5.1.14 Төвөгтэй хэлбэртэй (тухайлбал, орон зайн) бүтээцийн хувьд даац, ан цавын тэсвэршил, хэв гажилтын үнэлгээг тооцооны аргаас гадна физик загваруудын туршилтын үр дүнг ашиглахыг зөвшөөрнө.

5.1.15 Мяндас полимер арматуртай бүтээц, ган-төмөрбетон бүтээц, фибробетон, угсармал-цутгамал болон бусад тусгай зориулалтын бүтээцийн тооцоо, бүтээцлэлийг Ган төмөрбетон бүтээц, Металл бус ширхэглэлт фибробетон бүтээц, Металл бус ширхэглэлт болон полимер арматуртай бетон бүтээц, БД 52-110-20, БД 52-107-12, БД 52-101-04 -ын дагуу гүйцэтгэнэ.

5.2 Бетон ба төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоонд тавигдах шаардлага

5.2.1 Бетон ба төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоог дараах байдлаар гүйцэтгэнэ:

- босоо (нормаль) огтлолоор (гулзайлгах момент ба дагуу хүчний үйлчлэлд) - шугаман бус хэв гажилтын загвараар, түүнчлэн хязгаарын хүчлэлийн үндсэн дээр. Энгийн төрлийн төмөрбетон бүтээцийн (огтлолын дээд, доод талдаа арматуртай тэгш өнцөгт, тавр, двутавр огтлол, түүнчлэн огтлолын периметрийн дагуу жигд байрласан арматуртай дугуй болон цагариг огтлол) хувьд бат бэхийн тооцоог хязгаарын хүчлэлээр хийхийг зөвшөөрнө;

- налуу огтлолоор (хөндлөн хүчний үйлчлэлд), орон зайн огтлолоор (мушгих моменты үйлчлэлээр), ачааллын орчны үйлчлэлд (орчны шахалт, цөмрөлтөөр) - хязгаарын хүчлэлээр.

Төмөрбетон богино элементийн (богино консоль болон бусад элементүүд) бат бэхийн тооцоог каркасан-шилбэн загварт үндэслэн гүйцэтгэнэ.

5.2.2 Бетон ба төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоог хязгаарын хүчлэлээр хийхэд тухайн огтлол дахь гаднын ачаалал ба үйлчлэлээс үүсэх хүчлэл (F) нь энэ огтлолын хүлээн авч чадах хязгаарын хүчлэлээс (F_{ult}) хэтрэхгүй байх нөхцөлийг баримтална.

$$f \leq f_{ult} \quad (5.1)$$

Бетон элементийн бат бэхийн тооцоо

5.2.3 Бетон элементийг тэдгээрийн ажиллах нөхцөл, түүнд тавигдах шаардлагаас хамааруулан суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг бодолцсон (5.2.4) эсвэл бодолцоогүй (5.2.5) нормаль огтлолоор, хязгаарын хүчлэлээр тооцно.

5.2.4 Төвийн бус шахалтын бетон элементийн тэнхлэгийн дагуу үйлчлэх хүчний эксцентриситетийн хэмжээ нь огтлолын хүндийн төвөөс хамгийн их шахагдалттай үе (волокну) хүртэлх зайг 0.9-өөр үржүүлсэн хэмжээнээс хэтрэхгүй бол суналтын бүс дэх бетоны эсэргүүцлийг харгалзахгүйгээр тооцоог хийнэ. Энэ тохиолдолд элементийн хүлээн авах хязгаарын хүчлэлийг дагуу хүчний үйлчлэх цэгтэй давхацсан хүндийн төвтэй огтлолын нөхцөлт шахалтын бүсээр жигд тарсан шахалтын бетоны тооцооны эсэргүүцэл R_b -ээр авна.

Цул бетон бүтээцийн хувьд шахалтын бүсний хүчдэлийн эпюр гурвалжин байх ба хүчдэл нь шахалтын бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утга R_b -аас хэтрэхгүй байна. Энэ тохиолдолд огтлолын хүндийн төвтэй харьцуулсан дагуу хүчний эксцентриситет нь огтлолын хүндийн төвөөс хамгийн их шахагдалттай үе (волокну) хүртэлх зайг 0.65-аар үржүүлсэн хэмжээнээс хэтрэхгүй байна.

5.2.5 Дагуу хүчний эксцентриситет нь 5.2.4-д зааснаас их байх төвийн бус шахалтын бетон элементийн, гулзайлтын бетон элемент түүнчлэн дагуу хүчний эксцентриситет нь 5.2.4-д заасантай тэнцүү, гэвч ашиглалтын нөхцөлөөр ан цав үүсэхийг зөвшөөрөхгүй төвийн биш шахалтын бетон элементийн тооцоонд суналтын бүсний бетоны эсэргүүцлийг бодолцож бат бэхийн тооцоог хийнэ. Энэ тохиолдолд элементийн хөндлөн огтлолын хүлээн авах хязгаарын хүчлэлийг тэнхлэгийн суналтын бетоны эсэргүүцлийн тооцоолсон утга R_{bf} -тай тэнцүү хамгийн их сунгах хүчдэлтэй харимхай биетийнхтэй адилаар тодорхойлно.

5.2.6 Төвийн бус шахалтын бетон элементийн тооцоонд дагуу гулзайлтын болон санамсаргүй эксцентриситетийн нөлөөллийг бодолцох хэрэгтэй.

Төмөрбетон элементийн нормаль огтлолын бат бэхийн тооцоо

5.2.7 Төмөрбетон элементийн босоо (нормаль) огтлолоор хийх бат бэхийн тооцоонд босоо огтлол дахь бетон ба арматурын хүлээн авч чадах хязгаарын хүчлэлийг дараах үндэслэлээр авна:

- суналтын бетоны эсэргүүцлийг тэгтэй тэнцүү гэж авна;
- бетоны шахалтын эсэргүүцлийг бетоны шахалтын тооцооны эсэргүүцэлтэй тэнцүү хүчдэлээр авах ба бетоны нөхцөлт шахалтын бүсээр хүчдэл жигд тархсан гэж үзнэ;
- арматурын суналтын болон шахалтын хүчдэлийг харгалзах суналт, шахалтын тооцооны эсэргүүцлээс ихгүй авна.

5.2.8 Шугаман бус хэв гажилтын загварын дагуу төмөрбетон элементийн тооцоог хавтгай огтлолын таамаглал (гипотез)-д тулгуурлан бетон ба арматурын төлөв байдлын диаграммд үндэслэн гүйцэтгэнэ. Нормаль огтлолын бат бэхийн шалгуур нь бетон эсвэл арматурын харьцангуй хэв гажилтын хүрэх хязгаарын хэмжээ юм.

5.2.9 Төвийн бус шахалтын төмөрбетон элементийн тооцоонд санамсаргүй эксцентриситет ба дагуу гулзайлтын нөлөөг харгалзан үзнэ.

Төмөрбетон элементийн налуу огтлолын бат бэхийн тооцоо

5.2.10 Төмөрбетон элементийн налуу огтлолоор хийх бат бэхийн тооцоог:

- хөндлөн хүчний үйлчлэлд налуу огтлолоор;
- гулзайлтын моментыг үйлчлэлд налуу огтлолоор;
- хөндлөн хүчний үйлчлэлд налуу огтлолуудын хоорондох зурвасаар тус тус гүйцэтгэнэ.

5.2.11 Хөндлөн хүчний үйлчлэлд төмөрбетон элементийн налуу огтлолын бат бэхийн тооцоог хийх үед хязгаарын хөндлөн хүч нь налуу огтлолын бетон ба налуу огтлолыг хөндлөн огтлон гарч буй хөндлөн арматурын хүлээж авах хязгаарын хөндлөн хүчний нийлбэрээр тодорхойлно.

5.2.12 Гулзайлгах моментыг үйлчлэлд төмөрбетон элементийн налуу огтлолын бат бэхийг тооцох үед гулзайлтын хязгаарын момент нь налуу огтлолыг хөндлөн огтлож буй дагуу ба хөндлөн арматурын хүлээж авч чадах шахалтын бүсэн дэх тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлийн үйлчлэх цэгийг дайрч өнгөрөх тэнхлэгтэй харьцуулсан хязгаарын моментуудын нийлбэрээр тодорхойлно.

5.2.13 Хөндлөн хүчний үйлчлэлд төмөрбетон элементийн налуу огтлолуудын хоорондох зурвасын бат бэхийн тооцооны үед элементийн хүлээн авах хөндлөн хүчний хязгаарыг налуу зурвасыг огтлолцох хөндлөн арматуруудын сунгах хүчлэл ба зурвасын дагуух шахах хүчлэл хоёрын үйлчлэлд байгаа налуу бетон зурвасын бат бэхийн хүлээж авах хөндлөн хүчээр тодорхойлно.

Төмөрбетон элементийн орон зайн огтлолын бат бэхийн дагуу тооцоо

5.2.14 Төмөрбетон элементийн орон зайн огтлолын бат бэхийн тооцоог хийх үед хязгаарын мушгих моментыг тухайн элемент хүлээж авах ба түүнийг элементийн ирмэг бүрд байрлах дагуу болон хөндлөн арматурын хүлээж авах хязгаарын мушгих моментуудын нийлбэрээр тодорхойлно. хязгаарлах эргэлтийг нийлбэрээр тодорхойлно. элементийн ирмэг бүр дээр байрлах уртааш ба хөндлөн арматураар хүлээн зөвшөөрөгдөх эргэлтийг хязгаарлах. Түүнчлэн, орон зайн огтлолын хооронд байрлах бетон зурвас болон зурвасын дагуух шахагдах хүчлэл, зурвасыг огтлон гарч байгаа хөндлөн арматурын сунгах хүчлэл хоёрын үйлчлэлд буй бетон зурвас тус бүрд төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоог хийнэ.

Ачааллын орчны үйлчлэлд төмөрбетон элементийг тооцох

5.2.15 Төмөрбетон элементийг орчны шахалтад тооцох үед тухайн элементийн хүлээж авах хязгаарын шахах хүчийг тухайн орчны бетон ба ташуу арматурын (хэрэв ташуу арматур тавьсан бол) бий болгосон эзлэхүүний хүчдэлт төлөв дэх бетоны эсэргүүцлээр тодорхойлно.

5.2.16 Төмөрбетон хавтгай элемент (хавтан)-ийн цөмрөлтийн бүсэд төвлөрсөн хүч, гулзайлгах момент үйлчлэх үед цөмрөлтийн тооцоог хийнэ. Цөмрөлтийн үеийн төмөрбетон элементийн хүлээж авч байгаа хязгаарын хүчлэлийг цөмрөлтийн бүсэд байрлах бетон болон хөндлөн арматурын хүлээж авах хүчлэлийн нийлбэрээр тодорхойлно.

5.3 Төмөрбетон элементийн ан цавын үүсэлтийн тооцоонд тавигдах шаардлага

5.3.1 Төмөрбетоны элементийн босоо ан цав үүсэлтийн тооцоог хязгаарын хүчлэлийн эсвэл шугаман бус хэв гажилтын загвараар гүйцэтгэнэ. Налуу ан цав үүсэлтийн тооцоог хязгаарын хүчлэлээр хийнэ.

5.3.2 Хязгаарын хүчлэлээр төмөрбетон элементийн ан цав үүсэлтийн тооцоог авч үзэж буй огтлол дахь гадаад ачаалал ба үйлчлэлээс үүсэх хүчлэл F нь ан цав үүсэх үеийн төмөрбетон бүтээцийн хүлээж авах хязгаарын хүчлэл $F_{crc,ult}$ –ээс ихгүй байх (5.2) нөхцлөөр гүйцэтгэнэ.

$$f \leq f_{crc,ult} \quad (5.2)$$

5.3.3 Босоо ан цав үүсэх үед төмөрбетон элементийн хүлээж авах хязгаарын хүчлэлийг нормаль сунгах хамгийн их хүчдэл бетонд үүсэх үеийн арматурын харимхай хэв гажилт, суналт, шахалтад ажиллах бетоны харимхай биш хэв гажилтыг бодолцсон төмөрбетон элементийг нэг цул биет гэж үзэж суналтын бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утга $R_{bt,ser}$ -тай тэнцүүгээр авна.

5.3.4 Шугаман бус хэв гажилтын загвараар төмөрбетон элементийн босоо ан цав үүсэлтийн тооцоог арматур ба суналт, шахалтын бетоны төлөв байдлын диаграмм болон хавтгай огтлолын таамаглал (гипотез) үндэслэн гүйцэтгэнэ. Суналтанд ажиллах бетоны харьцангуй хэв гажилтын хүрэх хязгаар нь ан цав үүсэлтийн шалгуур юм.

5.3.5 Налуу ан цав үүсэхэд төмөрбетон элементийн хүлээж авч чадах хязгаарын хүчлэлийг төмөрбетон элементийг цул харимхай биет гэж үзэж, «шахалт-суналт»-ын хавтгай хүчдэлт төлөв байдалд байх бетоны бат бэхийн шалгуураар төмөрбетон элементийн тооцооноос тодорхойлно.

5.4 Төмөрбетон элементийн ан цав нээгдэлтийн тооцоонд тавигдах шаардлага

5.4.1 Төмөрбетон элементэд ан цав үүсэх тооцоогоор нотлогдсон тохиолдолд ан цав нээгдэлтийн тооцоог хийнэ.

5.4.2 Төмөрбетон элементийн ан цав нээгдэлтийн тооцоог гадна ачааллын үйлчлэлээс үүссэн ан цавын нээгдэлтийн өргөн (a_{crc}) нь ан цавын нээгдэлтийн өргөний зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс ($a_{crc,ult}$) хэтрэхгүй байх (5.3) нөхцөлөөр хийнэ.

(5.3)

5.4.3 Босоо ан цавын нээгдэлтийн өргөнийг ан цавуудын хоорондох хэсэгт байгаа арматурын дундаж харьцангуй хэв гажилтыг тэрхүү хэсгийн уртаар үржүүлж тодорхойлно. Ан цавын хоорондох арматурын дундаж харьцангуй хэв гажилтыг мөнхүү ан цавын хоорондох суналттай бетоны ажлыг харгалзан үзэж тодорхойлно. Ан цав дээрх арматурын харьцангуй хэв гажилтыг шахалтын бүсийн бетоны харимхай биш хэв гажилтын нөлөөллийг бодолцож тогтоосон шахалтын бетоны хэв гажилтын хөрвүүлсэн модулийг ашиглан ан цавтай төмөрбетон элементийн нөхцөлт харимхайн тооцоогоор тодорхойлно. Эсвэл шугаман бус хэв гажилтын загвараар тодорхойлж болно. Ан цавуудын хоорондох зайг ан цавтай огтлол дахь ба ан цавуудын хоорондох огтлол дахь дагуу арматурын хүчлэлийн зөрүүг ан цавуудын хоорондох хэсгийн арматур ба бетоны барьцалдалтын хүчлэл хүлээж авах нөхцөлөөр тодорхойлно. Босоо ан цавын нээгдэлтийн өргөнийг ачааллын үйлчлэлийн шинж (давталт, үргэлжлэх хугацаа г.м) болон арматурын хэлбэрийн төрлийг бодолцон тодорхойлно.

5.4.4 Босоо ан цавын нээгдэлтийн зөвшөөрөгдөх хязгаарын өргөн $a_{crc,ult}$ -ийг бүтээцийн өнгө үзэмжид нийцүүлж, бүтээцэд ямар нэг зүйл нэвчих байдал, түүнчлэн ачааллын үргэлжлэх хугацаа, арматурын гангийн төрөл, ан цаваар дамжин арматурт зэврэлт үүсэх зэргээс хамааруулан тогтооно (БНБД 20-02-11).

5.5 Төмөрбетон элементийн хэв гажилтын тооцоонд тавигдах шаардлага

5.5.1 Төмөрбетон элементийн хэв гажилтын тооцоог гаднын ачааллын үйлчлэлээс үүсэх бүтээцийн хазайлт, шилжилт (f) нь бүтээцийн хотойлт ба шилжилтийн зөвшөөрөгдөх хязгаарын утга f_{ult} -аас хэтрэхгүй байх нөхцөлийг (5.4) баримтална.

$$f \leq f_{ult} \quad (5.4)$$

5.5.2 Төмөрбетон бүтээцийн хотойлт эсвэл шилжилтийг түүний уртын дагуух огтлолуудад гулзайлт, шилжисхийлт, тэнхлэгийн хэв гажилтын шинж чанараас хамааруулан барилгын механикийн ерөнхий дүрмийн дагуу тодорхойлно.

5.5.3 Төмөрбетон элемент хотойлттой үед голчлон гулзайлтын хэв гажилтаас хамааруулан хотойлтын утгыг элементүүдийн мурийлт эсвэл хөшүүншлээр тодорхойлно.

Төмөрбетон элементийн мурийлтыг гулзайлгах моментийг гулзайлтын үеийн төмөрбетон огтлолын хөшүүншилд хувааж тодорхойлно.

Төмөрбетон элементийн авч үзэж буй огтлолын хөшүүншлийг материалын эсэргүүцлийн ерөнхий дүрмээр тодорхойлно: ан цавгүй огтлолд - нөхцөлт харимхай цул элементээр, ан цавтай огтлолд – ан цавтай нөхцөлт харимхай элементээр (хүчдэл ба хэв гажилтын хооронд шугаман хамааралтай гэж) авна. Бетоны харимхай бус хэв гажилтын нөлөөллийг бетоны хэв гажилтын хөрвүүлсэн модулийн тусламжтай харин ан цавуудын хоорондох суналтын бетоны ажлын нөлөөллийг арматурын хэв гажилтын хөрвүүлсэн модулийн тусламжтайгаар тус тус тооцдог.

Ан цав үүсэх нь тооцоогоор нотлогдсон үед төмөрбетон бүтээцийн хэв гажилтын тооцоог ан цав нөлөөг бодолцож хийнэ. Эсрэг тохиолдолд хэв гажилтын тооцоог ан цавгүй төмөрбетон элементийнхээр хийнэ.

Төмөр бетон элементийн мурийлт ба дагуу хэв гажилтыг шугаман биш хэв гажилтын загвар ашиглан элементийн босоо огтлолд үйлчлэх гадаад, дотоод хүчлэлийн тэнцвэрийн тэгшитгэл, хавтгай огтлолын таамаглал (гипотез), бетон ба арматурын төлөв байдлын диаграмм, ан цавуудын хоорондох арматурын дундаж хэв гажилт зэрэгт үндэслэн тодорхойлно.

5.5.4 Төмөр бетон элементийн хэв гажилтын тооцоог ачааллын үйлчлэлийн үргэлжлэх хугацааг харгалзан гүйцэтгэнэ. Хотойлтыг тооцохдоо элементийн хэсгүүдийн хөшүүншлийг түүний хөндлөн огтлолын суналтын бүсэд элементийн дагуу тэнхлэгт босоо ан цав байгаа, байхгүйг харгалзан тодорхойлно.

5.5.5 Хязгаарын зөвшөөрөгдөх хэв гажилтын утгыг 8.2.20-д заасны дагуу авна. Тогтмол, удаан болон богино үйлчлэлтэй түр ачааллын үйлчлэлийн үед төмөр бетон элементийн хотойлт нь бүх тохиолдолд алслалын 1/150, консолын 1/75-аас хэтрэхгүй байна.

6 Бетон, төмөрбетон бүтээцийн материал

6.1 Бетон

6.1.1 Энэхүү дүрмийн дагуу төсөллөгдсөн бетон ба төмөрбетон бүтээцийн хувьд дараах бүтээцлэлийн бетоныг авч үзнэ:

- хүнд, түүний дотор 2200-аас 2500 кг/м³ хүртэл хүчитгэсэн дундаж нягттай;
- нарийн ширхэгтэй 1800-аас 2200 кг/м³ хүртэл дундаж нягттай;
- хөнгөн 800-аас 1400 кг/м³ хүртэл дундаж нягтрал;
- сүвэрхэг 500-аас 1200 кг / м³ хүртэл дундаж нягттай.

6.1.2 Тусгай бүтээцэд тавигдах шаардлагын дагуу бетон ба төмөрбетон байгууламжийг төсөллөхдөө үйлдвэрт хянагддаг бетоны төрөл, түүний чанарын нормчлогдсон үзүүлэлтүүдийг тогтооно.

6.1.3 Бетоны чанарыг нормчлох, чанарын хяналт тавих үндсэн үзүүлэлтүүд нь:

- шахалтын бат бэхээр тогтоосон анги B;
- тэнхлэгийн дагуух суналтын бат бэхээр тогтоосон анги B_t ;
- хүйтэн тэсвэршлээр тогтоосон марк F;
- ус үл нэвтрүүлэлтээр тогтоосон марк W;
- дундаж нягтаршлаар тогтоосон марк D;
- өөрөө хүчитгэхээр тогтоосон марк S_p .

Шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангийг (B) бетоны шооны шахалтын нормын бат бэхийн 0.95 хувийн магадлал утгаар МПа нэгжээр илэрхийлнэ. (нормын шооны бат бэх).

Тэнхлэгийн дагуух суналтын бат бэхээр тогтоосон бетоны анги B_t тэнхлэгийн дагуух суналтын нормын бат бэхийн 0.95 хувийн магадлалт утгыг МПа нэгжээр илэрхийлсэнтэй харгалзана. (бетоны норматив бат бэх).

Зарим тусгай төрлийн байгууламжид норматив баримт бичгийн дагуу шахалтын болон тэнхлэгийн дагуух суналтын бетоны бат бэхийн өөр утгыг хэрэглэхийг зөвшөөрнө.

Хүйтэнд тэсвэршлийн бетоны марк F - нормчлогдсон хязгаарт бетоны хөлдөж гэсэлтийн үеийн үзүүлэлтийг хангасан хөлдөх, гэсэлтийн мөчлөгийн тоонд харгалзана.

Бетоны ус үл нэвтрүүлэлтийн марк W нь туршилтын явцад бетоны дээжийн усыг барих (нэвтрүүлэхгүй байх) даралтын хамгийн их утгад харгалзах ба МПа·10⁻¹-нэгжээр илэрхийлнэ.

Дундаж нягтаар тогтоосон бетоны марк D нь бетоны эзлэхүүний массын дундаж утгад харгалзах ба кг/м³-ээр илэрхийлнэ.

Өөрөө хүчитгэх бетоны марк нь дагуу арматурлалын илтгэлцүүр $\mu = 0.01$ үед түүний тэлэлтийн үр дүнд бетонд бий болсон хүчдэлийн утга, МПа-ээр илэрхийлнэ.

Шаардлагатай тохиолдолд дулаан нэвтрүүлэлт, температур тэсвэршил, гал тэсвэршил, агшилтын хэв гажилт, гулсалт, цуцалт, дулаан ялгаруулалт, зэврэлт тэсвэршил (бетон өөрөө болон түүнд доторх арматур), биологийн хамгаалалт болон бүтээцийн бетонд хэрэгтэй бусад шаардлагатай холбоотой чанарын нэмэлт нормчлогдсон үзүүлэлтүүдийг тогтооно. (БНБД 20-02-11, БНБД 25-01-20).

Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн төсөллөлтийн үе шатанд тооцооны үр дүн, бүтээцийн ашиглалтын нөхцөлийн үндсэн дээр бетоны чанарын нормчлогдсон үзүүлэлтүүдийг тогтооно.

Бетоны чанарын нормчилсон үзүүлэлтүүд нь түүнийг бэлтгэх технологи, бетоны ажил үйлдвэрлэлийн технологийг бодолцсон бүтээц, байгууламжид зориулсан бетоны тохирсон найрлагатай байна. Бетоны чанарын нормчилсон үзүүлэлтийг бетоны үйлдвэрлэлийн явцад болон бүтээцийн бетон дээр шууд шалгах хэрэгтэй.

Бетоны чанарын шаардлагатай нормчилсон үзүүлэлтүүдийг бетон ба төмөрбетон бүтээцийг зураг төслийн явцад зохих тооцоо, үйлдвэрлэл болон ашиглалтын (хүрээлэн байгаа орчны янз бүрийн үйлчлэл, хэрэглэж байгаа арматурын төрөлд тохирсон бетоны хамгаалалтын шинж чанар) нөхцөлийг харгалзан үзэж тогтооно.

Шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны анги B-ийг бүх төрлийн бетон ба бүтээцэд зааж өгнө.

Тэнхлэгийн суналтын бат бэхээр тогтоосон бетоны анги B_t -ийг бүтээцийн ажилд тэнхлэгийн дагуух суналтыг голлох нөлөөтэй бөгөөд үйлдвэрлэл дээр хянаж байх шаардлагатай тохиолдолд зааж өгнө.

Хүйтэн тэсвэршлийн бетоны F маркийг ээлжлэн хөлдөж, гэсэлтийн үйлчлэлд байх бүтээцийн бетонд зааж өгөх бөгөөд хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж буй стандартын дагуу эхний суурь арга F_1 ба хоёр дахь суурь аргын F_2 дагуу тогтооно.

Ус үл нэвтрүүлэлийн бетоны марк W нь ус нэвчих чадварыг хязгаарлах шаардлагад нийцсэн байгууламжид зааж өгнө.

Өөрөө хүчитгэх бетоны маркийг өөрөө хүчитгэх бүтээцэд зааж өгөх ба шинж чанарыг тооцоонд бодолцох ба үйлдвэрлэлд хянаана.

6.1.4 Бетон ба төмөрбетон бүтээцэд зориулж анги, маркийн бетоныг 6.1-6.6-р хүснэгтэд заасан.

6.1-р хүснэгт

Бетон	Шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны анги	
Хүнд (ердийн) бетон	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60; B70; B80; B90; B100	
Хүчитгэсэн бетон	B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60; B70	
Жижиг дүүргэгчтэй бетоны бүлэг:		
А - байгалийн аргаар эсвэл атмосферийн даралтад дулаанаар боловсруулж бэхжүүлсэн	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40	
Б - автоклавын бэхжүүлэлттэй	B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60	
Дундаж нягтаар хөнгөн бетоны марк:		
D800, D900	B2,5; B3,5; B5; B7,5	
D1000, D1100	B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5	
D1200, D1300	B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20	
D1400, D1500	B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30	
D1600, D1700	B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40	
D1800, D1900	B15; B20; B25; B30; B35; B40	
D2000	B25; B30; B35; B40	
Дундаж нягтаар сүвэрхэг бетоны марк:	Автоклавын	Автоклавын биш
D500	B1.5; B2; B2.5	-
D600	B1.5; B2; B2.5; B3.5	B1.5; B2
D700	B2; B2.5; B3.5; B5	B1.5; B2; B2,5
D800	B2.5; B3.5; B5; B7.5	B2; B2,5 B3.5

D900	B3.5; B5; B7.5; B10	B2,5 B3.5; B5
D1000	B7.5; B10; B12.5	B5; B7.5
D1100	B10; B12.5; B15;B17.5	B7.5; B10
D1200	B12.5; B15; B17.5;B20	B10; B12.5
Дундаж нягтаар сүвэрхэг бетоны марк:		
D800, D900, D1000	B2.5; B3.5; B5	
D1100, D1200, D1300	B7.5	
D1400	B3.5; B5; B7.5	
ТАЙЛБАР: Энэхүү БНБД-д "хөнгөн бетон" ба "сүвэрхэг бетон" гэсэн нэр томъёог нягт бүтэцтэй хөнгөн бетон ба сүвэрхэг бүтэцтэй хөнгөн бетоныг (сүвшлийн зэрэг нь 6% -иас их) илэрхийлэхэд тус тус ашигласан болно.		

6.2-р хүснэгт

Бетон	Тэнхлэгийн суналтын бат бэхээр тогтоосон бетоны анги
Хүнд (ердийн), хүчитгэгддэг, жижиг дүүргэгчтэй бетон	B _t 0,8; B _t 1,2; B _t 1,6; B _t 2,0; B _t 2,4; B _t 2,8; B _t 3,2; B _t 3,6; B _t 4,0; B _t 4,4; B _t 4,8
Хөнгөн бетон	B _t 0,8; B _t 1,2; B _t 1,6; B _t 2,0; B _t 2,4; B _t 2,8; B _t 3,2

6.3-р хүснэгт

Бетон	Бетоны хөлдөлтийг тэсвэржилийн марк
Хүнд (ердийн), хүчитгэгддэг, жижиг дүүргэгчтэй бетон	Нэгдүгээр суурь аргаар: F ₁ 50, F ₁ 75, F ₁ 100, F ₁ 150, F ₁ 200, F ₁ 300, F ₁ 400, F ₁ 500, F ₁ 600, F ₁ 800, F ₁ 1000 Хоёрдугаар суурь аргаар: F ₂ 100, F ₂ 150, F ₂ 200, F ₂ 300, F ₂ 400, F ₂ 500
Хөнгөн бетон	Нэгдүгээр суурь аргаар: F ₁ 25, F ₁ 35, F ₁ 50, F ₁ 75, F ₁ 100, F ₁ 150, F ₁ 200, F ₁ 300, F ₁ 400, F ₁ 500, F ₁ 600, F ₁ 800, F ₁ 1000
Сүвэрхэг дүүргэгчтэй бетон	Нэгдүгээр суурь аргаар: F ₁ 50, F ₁ 75, F ₁ 100, F ₁ 150, F ₁ 200, F ₁ 300, F ₁ 400, F ₁ 500
Сийрмэг бетон	F15; F25; F35; F50; F75; F100

6.4-р хүснэгт

Бетон	Бетоны ус үл нэвтрүүлэлтийн марк
Хүнд, хүчитгэгддэг, жижиг дүүргэгчтэй бетон	W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20

Хөнгөн бетон	W2; W4; W6; W8; W10; W12
--------------	--------------------------

6.5-р хүснэгт

Бетон	Дундаж нягтаар бетоны марк
Хөнгөн бетон	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400; D1500; D1600; D1700; D1800; D1900; D2000
Сүвэрхэг дүүргэгчтэй бетон	D800; D900; D1000; D1100; D1200; D1300; D1400
Сийрмэг бетон	D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200

6.6-р хүснэгт.

Бетон	Өөрийн хүчдэлээр тогтоосон бетоны марк
Хүчитгэгдэг бетон	S _p 0,6; S _p 0,8; S _p 1; S _p 1,2; S _p 1,5; S _p 2; S _p 3; S _p 4.

6.1.5 Бетоны төслийн бат бэхэд хүрэхэд түүнд тохирсон чанарын бүх үзүүлэлтийг олж авсан байх ба бүтээцийг барих арга, бетоны бэхжилтийн нөхцөлийг бодолцон төслийн ачаагаар бүтээцийг ачаалах боломжит бодит хугацааг үндэслэн зураг төслийн явцад тогтооно. Эдгээр өгөгдөл байхгүй тохиолдолд бетоны ангийг 28 хоногийн төслийн бат бэхээр тооцно.

Угсармал бүтээцийн элементүүдийн бетоны хэв авах үеийн бат бэх, дамжуулалт (хүчдэл)-ын бат бэхийн нормчилсон үзүүлэлтүүдийн утгыг хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж буй баримт бичгийн дагуу тогтооно.

6.1.6 Төмөрбетон бүтээцэд В15-аас багагүй ангийн шахалтын бат бэхтэй бетоныг хэрэглэнэ. Урьдчилан хүчитгэсэн төмөр бетон бүтээцэд шахалтын бат бэхээр авсан бетоны ангийг хүчитгэх арматурын төрөл, ангиас хамааруулан авах ба В20-оос багагүй байна. Бетоны дамжуулалтын бат бэхийг R_{bp} (хавчих эгшин дэх бетоны бат бэхийг шахалтын бат бэхээр авсан бетоны ангитай адил хянана) нь 15 МПа-аас багагүй, шахалтын бат бэхээр авсан бетоны ангийн 50% -иас багагүй байна. Бетонд нь арматурыг хүчитгэсэн бүтээцэд дамжуулалтын бат бэхийг шахалтын бат бэхээр авсан бетоны ангийн 70% -иас багагүй байна.

6.1.7 Тусгай туршилт хийгээгүй жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй бетоныг олон дахин давтагдах ачааллын үйлчлэлд ажиллах төмөр бетон бүтээц, түүнчлэн В, В_p, К ангийн утсан арматураар арматурласан 12 м-ээс дээш алслалтай урьдчилан хүчитгэсэн бүтээцэд хэрэглэхийг хориглоно. Арматурыг зэврэлтээс хамгаалах, бүтээцийн гадарга, ховилд байрлах урьдчилан хүчитгэсэн арматурын бетоной барьцалдалтыг хангахын тулд жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй бетоны шахалтын бат бэхээр тогтоосон анги нь хамгийн багадаа В20, сувагт шахах бетон В25-аас багагүй байна.

6.1.8 Бетоны хүйтэн тэсвэршлийн маркийг БНБД 20-02-11-ын дагуу хувьсах температуртай орчинд бүтээцийн ажлын нөхцөлөөс хамааруулан тогтооно.

6.1.9 Бетоны ус үл нэвтрүүлэлтийн маркийг бүтээцийн ашиглалтын нөхцөл, бүтээцийн бетонд идэмхий орчны үйлчлэлийн түвшнээс хамааруулан БНБД20-02-11-ын дагуу тогтооно.

6.1.10 Бетоны бат бэхийн үндсэн үзүүлэлтүүд нь нормын утгууд юм. Тухайлбал:

- тэнхлэгийн дагуух шахалтын бетоны нормын эсэргүүцэл $R_{b,n}$;
- тэнхлэгийн суналтын бетоны нормын эсэргүүцэл $R_{bt,n}$.

Тэнхлэгийн шахалтын (призмын бат бэх) болон суналтын бетоны эсэргүүцлийн нормын утгуудыг (шахалтын бат бэхээр бетоны ангийг тогтоох үед) шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны анги В-аас хамааруулан 6.7-р хүснэгтийн дагуу авна.

Тэнхлэгийн суналтын бат бэхээр бетоны анги B_t -ийг тодорхойлох үед тэнхлэгийн суналтын бетоны эсэргүүцлийн нормын утгыг $R_{bt,n}$ тэнхлэгийн суналтын бетоны ангийн тоон үзүүлэлттэй тэнцүү авна.

6.7-р хүснэгт

Эсэргүүцлийн төрлүүд	Бетон	Шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангид харгалзах хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөв $R_{b,ser}$ ба $R_{bt,ser}$ –т зориулсан бетоны нормын болон тооцооны эсэргүүцэл R_{bn} ба R_{btn}																					
		B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Тэнхлэгийн шахалт (призмийн бат бэх) R_{bn} ба $R_{b,ser}$	Хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй ба хүчитгэсэн	-	-	-	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	32	36	39,5	43	50	57	64	71
	Хөнгөн	-	-	1,9	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11	15	18,5	22	25,5	29	-	-	-	-	-	-	-	-
	Сийрмэг	1,4	1,9	2,4	3,3	4,6	6,9	9,0	10,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тэнхлэгийн суналт, R_{btn} ба $R_{bt,ser}$	Хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй ба хүчитгэсэн	-	-	-	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	2,25	2,45	2,60	2,75	3,0	3,3	3,6	3,8
	Хөнгөн	-	-	0,29	0,39	0,55	0,70	0,85	1,00	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Сийрмэг	0,22	0,26	0,31	0,41	0,55	0,63	0,89	1,00	1,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тайлбар: 1. 10% -ийн дундаж чийжилтэй сийрмэг бетоны эсэргүүцлийн утга болно. 2. 2.0 ба түүнээс бага ширхгийн модультай элсэн жижиг дүүргэгчтэй бетоны, түүнчлэн жижиг сүвэрхэг дүүргэгчтэй хөнгөн бетоны тооцооны эсэргүүцлийн утгыг $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ -ийн 0.8-аар үржүүлж авна. 3. Сүвэрхэг бетон, түүнчлэн хөвсгөр перлит элсэн дүүргэгчтэй керамзит перлит бетоны хувьд тооцооны эсэргүүцлийн утга $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ -ыг хөнгөн бетоны адил 0.7 дахин үржүүлж авна. 4. Хүчитгэсэн бетоны хувьд R_{bt} тооцооны эсэргүүцлийн утга $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ -ыг 1.2 дахин үржүүлж авна.																							

6.8-р хүснэгт

Эсэргүүцлийн төрөл	Бетон	Шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангид харгалзах 1-р бүлгийн хязгаарын төлөвт зориулсан бетоны тооцооны эсэргүүцэл R_{bt} , R_b																					
		B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100
Тэнхлэгийн шахалт (призмийн бат бэх) R_b	Хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй ба хүчитгэсэн	-	-	-	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17,	19,5	22	25	27,5	30,	33	37	41	44	47,5
	Хөнгөн	-	-	1,5	2,1	2,8	4,5	6,0	7,5	8,5	11,5	14,5	17	19,5	22	-	-	-	-	-	-	-	-
	Сийрмэг	0,95	1,3	1,6	2,2	3,1	4,6	6,0	7,0	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тэнхлэгийн суналт, R_{bt}	Хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй ба хүчитгэсэн	-	-	-	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,1	2,15	2,2
	Хөнгөн	-	-	0,20	0,26	0,37	0,48	0,56	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,3	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-
	Сийрмэг	0,09	0,12	0,14	0,18	0,24	0,28	0,39	0,44	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Тайлбар:

- 10% -ийн дундаж чийгтэй сийрмэг бетоны хувьд эсэргүүцлийн утгыг өгсөн болно.
- 2.0 ба түүнээс бага ширхгийн модультай элсэн жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй бетоны хувьд, түүнчлэн жижиг сүвэрхэг дүүргэгчтэй хөнгөн бетоны хувьд тооцооны эсэргүүцлийн утга R_{bt} -ыг 0,8-аар үржүүлж авна.
- . Сүвэрхэг бетон, түүнчлэн хөвсгөр перлит элсэн дүүргэгчтэй керамзит перлит бетоны хувьд эсэргүүцлийн тооцооны утга R_{bt} -ыг хөнгөн бетоны адил 0.7 дахин үржүүлж авна..
- Хүчитгэсэн бетоны хувьд R_{bt} тооцооны эсэргүүцлийн утга $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$ -ыг 1.2 дахин үржүүлж авна.
- B70-B100 ангийн хүнд бетоны хувьд тэнхлэгийн шахалтын R_b болон тэнхлэгийн суналтын R_{bt} эсэргүүцлийн тооцооны утгуудыг $\gamma_{b,br}=(360-B)/300$ -тай тэнцүү байх гулсалтын хэв гажилтын бууралттай холбоотой өндөр бат бэх бетоны хэврэг байдлын өсөлтийг харгалзан $\gamma_{(b,br)}$ нэмэлт бууралтын коэффициентээр тооцно. бетон ба ба B нь шахалтын бат бэхийн бетоны анги 000

6.1.11 Тэнхлэгийн шахалтын R_b болон тэнхлэгийн суналтын R_{bt} бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$R_b = \frac{R_{b,n.}}{\gamma_b}; \quad (6.1)$$

$$R_{bt} = \frac{R_{bt,n.}}{\gamma_{bt}}; \quad (6.2)$$

Шахалтын үеийн бетоны найдваршлын илтгэлцүүр γ_b -ийн утгыг дараах байдлаар авна: нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвөөр тооцох үед:

1.3 – хүнд (ердийн), жижиг ширхэгтэй, хүчитгэсэн ба хөнгөн бетонд;

1.5 - сийрмэг бетонд;

1.0 - хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөвийг тооцоонд.

Суналтын үеийн бетоны найдваршлын илтгэлцүүр γ_{bt} -ийн утгыг дараах утгатай

тэнцүү авна:

шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангийг тогтоосон үед нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд:

1.5 - хүнд (ердийн), жижиг ширхэгтэй, хүчитгэсэн ба хөнгөн бетонд;

2.3 - сийрмэг бетонд;

суналтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангийг тогтоосон үед нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвийг тооцоонд:

1.3 - хүнд (ердийн), жижиг ширхэгтэй, хүчитгэсэн ба хөнгөн бетонд;

1.0 - хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөвийг тооцоонд.

Бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утгууд R_b , R_{bt} , $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ (ойролцоолон) –ыг шахалтын бат бэхээр болон тэнхлэгийн суналтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангиас хамааруулан: нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд 6.8, 6.9-р хүснэгт, хоёрдугаар бүлгийн тооцоонд 6.7-р хүснэгтээс авна.

6.1.12, Бетоны бат бэхийн үзүүлэлтүүдийн тооцооны утга шаардлагатай бол бүтээцийн бетоны ажлын онцлогийг (ачааллын шинж чанар, хүрээлэн буй орчны нөхцөл гэх мэт) бодолцсон ажлын нөхцөлийн дараах илтгэлцүүр γ_{bi} -ээр үржүүлнэ:

а) бетон ба төмөрбетон бүтээцийн хувьд эсэргүүцлийн тооцооны R_b ба R_{bt} утгуудад статик ачааллын үйлчлэлийн үргэлжлэх нөлөөллийн тооцсон γ_{b1} – илтгэлцүүрийг авах ба дараах утгатай байна:

$\gamma_{b1}=1.0$ - бүх ачааллын үйлчлэлийн үед, үүнд богино хугацааны ачаалал орно;

$\gamma_{b1}=0.9$ - зөвхөн тогтмол ба урт хугацааны түр ачааллын үйлчлэл (сийрмэг болон сүвэрхэг бетоны хувьд $\gamma_{b1}=0.85$);

б) γ_{b2} – бетон бүтээцийн хувьд эсэргүүцлийн тооцооны утга R_b -д бүтээцийн эвдрэлийн шинжийг бодолцон илтгэлцүүр γ_{b2} -ийг оруулж тооцно $\gamma_{b2}=0.9$;

в) γ_{b3} - босоо байрлалд цутгах бетон болон төмөр бетон бүтээцийн хувьд бетон үеийн зузаан 1.5 м-ээс их үед бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утга R_b -д илтгэлцүүрийг γ_{b3} –ийг оруулж тооцно, $\gamma_{b3}=0.85$;

г) γ_{b4} – сүвэрхэг бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утга R_b -д чийглэгээс хамаарсан илтгэлцүүрийг оруулж тооцно. үүнд: сүвэрхэг бетоны чийг 10% ба түүнээс бага үед

$\gamma_{b4} = 1.00$; сүвэрхэг бетоны чийг 25% -иас дээш үед $\gamma_{b4} = 0.85$; сийрмэг бетоны чийг 10% -иас их, 25% -иас бага байх үед интерполяц хийж тодорхойлно.

Хөлдөлт ба гэсэлтийн ээлжлэх түүнчлэн сөрөг температурын нөлөөллийг бетоны ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр $\gamma_{b5} \leq 1.0$ -ээр тооцно. Газраас дээрх бүтээцэд хүйтний улиралд гадна агаарын тооцооны температурт -40°C ба түүнээс дээш үед орчны агаарын үйлчлэлийн нөлөөг бодолцож илтгэлцүүрийг $\gamma_{b5} = 1.0$ гэж авна. Бусад тохиолдолд илтгэлцүүр γ_{b5} -ийн утгыг бүтээцийн зориулалт, хүрээлэн буй орчны нөхцөлөөс хамааруулан тусгай зааврын дагуу авна.

6.9-р хүснэгт

Эсэргүүцлийн төрөл	Бетон	Тэнхлэгийн суналтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангид харгалзах нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвт зориулсан бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утга R_{bt} , МПа						
		Bt 0,8	Bt 1,2	Bt 1,6	Bt 2,0	Bt 2,4	Bt 2,8	Bt 3,2
Тэнхлэгийн суналт R_{bt}	Хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй, хүчитгэсэн ба хөнгөн	0,62	0,93	1,25	1,55	1,85	2,15	2,45

6.10-р хүснэгт.

Орчны агаарын харьцангуй чийг, %	Ачааллын удаан үйлчлэх үеийн хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй, хүчитгэсэн бетоны харьцангуй хэв гажилт					
	Шахалт			Суналт		
	$\varepsilon_{b0} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b2} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{b1,red} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{bt0} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{bt2} \cdot 10^3$	$\varepsilon_{bt1,red} \cdot 10^3$
75-аас их	3,0	4,2	2,4	0,21	0,27	0,19
40-75	3,4	4,5	2,8	0,24	0,34	0,22
40-ээс бага	4,0	5,6	3,4	0,28	0,36	0,26

Тайлбар:

- Орчны агаарын харьцангуй чийгийн барилга барьж байгаа газрын жилийн хамгийн дулаан сарын дундаж харьцангуй чийгийг БНБД 23-01-09-д зааснаар авна.
- Өндөр бат бэхтэй бетонд харьцангуй хэв гажилтын утгыг ε_{b2} (270-В)/210 –ээр үржүүлж авна.

6.1.13 Бетоны хэв гажилтын үндсэн үзүүлэлтүүдэд дараах утгууд орно:

- тэнхлэгийн дагуу шахалт ба суналтын үеийн бетоны харьцангуй хэв гажилтын хязгаарын утгууд (бетоны нэгэн төрлийн хүчдэлт төлөвийн үед) ε_{b0} ба ε_{bt0} ;

- харимхайн анхны модуль E_b ;

- шилжисхийлтийн модуль G ;

- гулсалтын илтгэлцүүр (шинж) $\varphi_{b.cr}$;
- бетоны хөндлөн хэв гажилтын илтгэлцүүр (Пуассоны илтгэлцүүр) $\nu_{b.p}$;
- бетоны дулааны шугаман хэв гажилтын илтгэлцүүр α_{bt} .

6.1.14 Хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй, хүчитгэсэн бетоны харьцангуй хэв гажилтын хязгаарын утгыг дараах утгатай тэнцүүгээр авна. Үүнд: богино үйлчлэлтэй ачааллын үед:

- тэнхлэгийн шахалтын бетонд $\varepsilon_{b0} = 0.002$;

-тэнхлэгийн суналтын бетонд $\varepsilon_{bt0} = 0.0001$;

удаан үйлчлэлтэй ачааллын үед орчны агаарын харьцангуй чийгээс хамааруулан 6.10-р хүснэгтийн дагуу авна.

Хөнгөн, сийрмэг болон сүвэрхэг бетоны харьцангуй хэв гажилтын хязгаарын утгыг тусгай зааврын дагуу авна.

Удаан үйлчлэлтэй ачааллын үед хөнгөн бетоны харьцангуй хэв гажилтын хязгаарын утгыг 6.10-р хүснэгтэд заасны дагуу бууруулах илтгэлцүүртэй $[(0.4 + 0.6 \rho / 2200) \geq 0.7]$ авахыг зөвшөөрнө (ρ нь бетоны нягт).

6.1.15 Шахалт ба суналтын үеийн бетоны харимхайн анхны модулийн утгыг 6.11-р хүснэгтийн дагуу шахалтын бат бэхээр авсан бетоны анги В-аас хамааран авна. Бетоны шилжисхийлтийн модулийн утга $0.4E_b$ байна.

Ачааллын удаан хугацааны үйлчлэлд бетоны хэв гажилтын модулийн утгыг (6.3) томъёогоор тодорхойлно.

$$E_{b,\tau} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b.cr}} \quad (6.3)$$

$\varphi_{b.cr}$ -бетоны гулсалтийн илтгэлцүүр, үүнийг 6.1.16-д заасны дагуу авсан

6.1.16 Бетоны гулсалтын илтгэлцүүр $\varphi_{b.cr}$ -ийн утгыг хүрээлэн буй орчны нөхцөл (агаарын харьцангуй чийгшил) болон бетоны ангиас хамааруулан авна. Хүнд (ердийн), жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй, хүчитгэсэн бетоны гулсалтын илтгэлцүүрийн утгыг 6.12-р хүснэгтэд үзүүлэв. Хөнгөн, сийрмэг болон сүвэрхэг бетоны гулсалтын илтгэлцүүрийн утгыг тусгай зааврын дагуу авна.

Хөнгөн бетоны гулсалтын илтгэлцүүрийн утгыг 6.12-р хүснэгтийн дагуу бууруулах илтгэлцүүр $(\rho / 2200)^2$ -тэй авахыг зөвшөөрнө.

6.1.17 Бетоны хөндлөн хэв гажилтын илтгэлцүүрийн утгыг $\nu_{b.p} = 0.2$ –аар авахыг зөвшөөрнө.

6.1.18 Температур -40°C -аас нэмэх 50°C хүртэл өөрчлөгдөх үед бетоны шугаман температурын хэв гажилтын илтгэлцүүрийн утгыг дараах байдлаар авна:

$\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ – хүнд (ердийн), нарийн ширхэгтэй, хүчитгэсэн бетон ба нарийн нягт дүүргэгчтэй хөнгөн бетонд;

$\alpha_{bt} = 0.7 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ – нарийн сүвэрхэг дүүргэгчтэй хөнгөн бетонд;

$\alpha_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ – сийрмэг ба сүвэрхэг бетонд

6.11-р хүснэгт

Бетон	Шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангид харгалзах шахалт, суналтын үеийн бетоны харимхайн анхны модулийн утга																						
	B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80	B90	B100	
	Хүнд (ердийн) бетон																						
	-	-	-	9,5	13,0	16,0	19,0	21,5	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5	41,0	42,0	42,5	43,0	
	Жижиг ширхгийн дүүргэгчтэй бетоны бүлэг:																						
А-байгалийн бэхжилттэй	-	-	-	7,0	10,0	13,5	15,5	17,5	19,5	22,0	24,0	26,0	27,5	28,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
Б-автоклавын бэхжилттэй	-	-	-	-	-	-	-	-	16,5	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	-	-	-	-	
	Хөнгөн ба сүвэрхэг дундаж нягтаар тогтоосон маркийн бетон																						
D800	-	-	4,0	4,5	5,0	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1000	-	-	5,0	5,5	6,3	7,2	8,0	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1200	-	-	6,0	6,7	7,6	8,7	9,5	10,0	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1400	-	-	7,0	7,8	8,8	10,0	11,0	11,7	12,5	13,5	14,5	15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1600	-	-	-	9,0	10,0	11,5	12,5	13,2	14,0	15,5	16,5	17,5	18,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1800	-	-	-	-	11,2	13,0	14,0	14,7	15,5	17,0	18,5	19,5	20,5	21,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
D2000	-	-	-	-	-	14,5	16,0	17,0	18,0	19,5	21,0	22,0	23,0	23,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Сийрмэг автоклавын бэхжилттэй бетоны дундаж нягтаар тогтоосон маркийн бетон																						
D500	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D600	1,7	1,8	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D700	1,9	2,2	2,5	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D800	-	-	2,9	3,4	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D900	-	-	-	3,8	4,5	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1000	-	-	-	-	5,0	6,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1100	-	-	-	-	-	6,8	7,9	8,3	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D1200	-	-	-	-	-	-	8,4	8,8	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Тайлбар:																							
1. Дулааны боловсруулалт эсвэл атмосферийн даралтад орсон А бүлгийн нарийн ширхэгтэй бетоны хувьд бетоны харимхайн анхны модулийн утгыг 0.89 илтгэлцүүрээр үржүүлж авна.																							
2. Хөнгөн, сийрмэг ба сүвэрхэг бетоны хувьд түүний анхны харимхайн модулийг нягтын завсрын утгуудад шугаман интерполяциар авна.																							
3. Автоклавын биш сийрмэг бетоны хувьд E_b –ийн утгыг автоклавт бэхжүүлсэн бетоны адил авч, 0.8 -аар үржүүлнэ.																							
4. Хүчитгэсэн бетоны хувьд E_b -ийн утгыг хүнд бетонтой адил авч $\alpha = 0.56-0.006B$ илтгэлцүүрээр үржүүлнэ.																							

Бүтээцийн орчны агаарын харьцангуй чийг, %	Шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны ангид харгалзах гулсалтын итгэлцүүрийн утга φ_{Sbit}										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
75-аас дээш	2.8	2.4	12.0	11.8	11.6	11.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
40-75	3.9	3.4	2.8	2.5	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4
40-өөс доош	5.6	4.8	4.0	3.6	3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0

Тайлбар: Орчны агаарын харьцангуй чийгийг барилга барьж байгаа газрын жилийн хамгийн дулаан сарын дундаж харьцангуй чийгээр БНБД 23-01-09-д зааснаар авна.

6.19. Бетоны төлөв байдлын диаграммыг шугаман бус хэв гажилтын загвараар төмөр бетон элементийг тооцоход ашиглана.

Хүчдэл ба харьцангуй хэв гажилтын хамаарлыг тодорхойлдог бетоны төлөв байдлын тооцооны диаграмм болгон дараах төрлийн бетоны диаграммыг ашигладаг: бетоны чанарт тохирсон муруй шугаман, түүний давхцаагүй салаатай (Г хавсралт), хэсэгчилсэн-шугаман (хоёр шугаман ба гурван шугаман). Энэ тохиолдолд диаграммын үндсэн үзүүлэлтүүдийн цэгүүдийг (хамгийн их хүчдэл ба харгалзах хэв гажилт, захын утга гэх мэт) зааж өгнө.

Хүчдэл ба харьцангуй хэв гажилтын хамаарлыг тодорхойлдог хүнд (ердийн), жижиг ширхэгт дүүргэгчтэй, хүчдэлт бетоны төлөв байдлын ажлын диаграммын хувьд Прандтлийн диаграммын төрлөөр гурван шугамт, хоёр шугамт хялбаршуулсан диаграммыг (Зураг 6.1, а, б) авна.

6.1.20 Гурван шугамт диаграмм (6.1.а зураг) хэрэглэх үед бетоны шахах хүчдэл σ_b -г бетоны богиносолтын харьцангуй хэв гажилт (ε_b)-ээс хамааруулан дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1} \text{ үед } \sigma_b = E_b \cdot \varepsilon_b \quad (6.4)$$

$$\varepsilon_{b1} < \varepsilon_b < \varepsilon_{b0} \text{ үед } \sigma_b = \left[\left(1 - \frac{\sigma_{b1}}{R_b} \right) \cdot \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b0} - \varepsilon_{b1}} + \frac{\sigma_{b1}}{R_b} \right] \cdot R_b \quad (6.5)$$

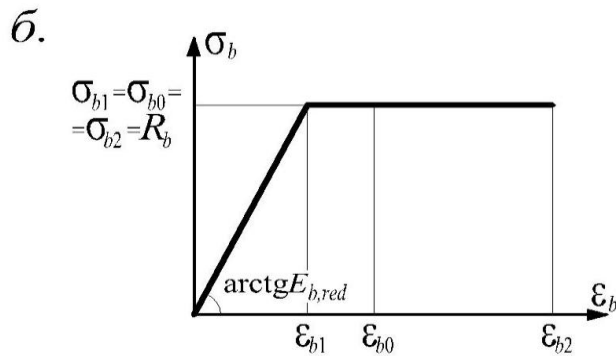
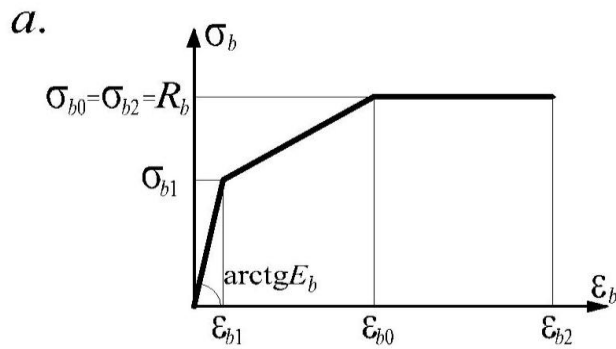
$$\varepsilon_{b0} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2} \text{ үед } \sigma_b = R_b \quad (6.6)$$

Хүчдэл σ_{b1} -ийн утгыг дараах байдлаар авна:

$$\sigma_{b1} = 0,6 \cdot R_b$$

Харьцангуй хэв гажилтын утга ε_{b1} -ыг дараах байдлаар авна:

$$\varepsilon_{b1} = \frac{\sigma_{b1}}{E_b}$$



а. Шахалтын бетоны төлөв байдлын гурван шугамт диаграмм
 б. Шахалтын бетоны төлөв байдлын хоёр шугамт диаграмм
6.1-р зураг. Шахалтын бетоны төлөв байдлын диаграмм

Хүнд (ердийн), жижиг ширхэгт дүүргэгчтэй, хүчдэлт бетоны харьцангуй хэв гажилтын утга ε_{b2} -ыг дараах байдлаар авна.

Ачааллын богино хугацааны үйлчлэлтэй үед:

- шахалтын бат бэхээр тогтоосон В60 анги ба түүнээс бага ангийн бетонд- $\varepsilon_{b2}=0.0035$;
- шахалтын бат бэхээр тогтоосон В70-В100 ангийн өндөр бат бэх бетонд ε_{b2} -ийг В70 ангид 0.0033, В100 ангид 0.0028 гэж авах ба бусад ангийн бетонд интерполяци хийж авна;
- Ачааллын удаан үйлчлэлтэй үед хүнд (ердийн), жижиг ширхэгт дүүргэгчтэй, хүчдэлт бетоны харьцангуй хэв гажилтын утга ε_{b2} -ыг 6.10-р хүснэгтээс авна.
- R_b , E_b ба ε_{b0} -ийн утгыг 6.1.11, 6.1.12, 6.1.14, 6.1.15-д заасны дагуу авна.

6.1.21 Хоёр шугамт бүдүүвчийг (Зураг 6.1, б) хэрэглэх үед харьцангуй хэв гажилт ε_b -аас хамааруулан бетоны шахалтын хүчдэл σ_b – ийг дараах томъёогоор тодорхойлно. Үүнд $0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1}$ үед

$$\sigma_b = E_{b,red} \cdot \varepsilon_b \quad (6.7)$$

энд: $\varepsilon_{b1} = \frac{R_b}{E_{b,red}}$

$$\varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b0} \text{ үед}$$

$$\sigma_b = R_b \quad (6.8)$$

Бетоны хэв гажилтын хөрвүүлсэн модуль $E_{0,red}$ - ийн утгыг дараах томъёогоор олно.

$$E_{b,red} = \frac{R_b}{\varepsilon_{b1,red}} \quad (6.9)$$

Харьцангуй хэв гажилтын утга $\varepsilon_{b1,red}$ -ыг доор дурдсанаар авна:

- Ачааллын богино хугацааны үйлчлэлийн үед, хүнд бетонд $\varepsilon_{b1,red} = 0.0015$
- Ачааллын богино хугацааны үйлчлэлийн үед, хөнгөн бетонд $\varepsilon_{b1,red} = 0,0022$
- Ачааллын удаан хугацааны үйлчлэлийн үед хүнд (ердийн) бетоны харьцангуй хэв гажилтын илтгэлцүүрийн утгыг 6.10-р хүснэгтэд зааснаар авна.

R_b , ε_{b2} -ийн утгыг 6.1.20 зүйлд заасан шиг авна.

6.1.22 Бетоны суналтын хүчдэл σ_{bt} -ийг түүний харьцангуй хэв гажилт ε_{bt} - аас хамааруулан 6.1.20 ба 6.1.21-д үзүүлсэн диаграммын дагуу тодорхойлно. Энэ үед шахалтын бетоны эсэргүүцлийн тооцооны утга R_b -ыг 6.1.11, 6.1.12-д заасны дагуу бетоны суналтын эсэргүүцлийн тооцооны утга R_{bt} –аар солих ба харимхайн анхны модулийн утга E_{bt} -ыг 6.1.15-д заасны дагуу тодорхойлж, харьцангуй хэв гажилтын утга ε_{bt0} -ыг 6.1.12-д заасны дагуу авна. Харьцангуй хэв гажилтын утгыг ε_{bt2} -ыг хүнд (ердийн), жижиг ширхэгт, хүчдэлт бетонд дараах байдлаар авна. Үүнд: ачааллын богино хугацааны үйлчлэлд $\varepsilon_{bt2} = 0.00015$, ачааллын удаан хугацааны үйлчлэлд 6.10-р хүснэгтээс авна. Хоёр шугамт диаграммыг хэрэглэх үед ачааллын богино хугацааны үйлчлэлд $\varepsilon_{bt1,red} = 0.00008$, урт хугацааны үйлчлэлд 6.10-р хүснэгтээс авна; $E_{bt,red}$ -ийн утгыг (6.9) томъёогоор тодорхойлох ба R_{bt} –ийн оронд ба $\varepsilon_{bt1,red}$ -ийг орлуулна.

6.1.23 Шугаман бус хэв гажилтын загвараар төмөрбетон элементийн бат бэхийг тооцоолохдоо бетоны шахалтын бүсийн хүчдэл-хэв гажилтын төлөвийг тодорхойлохдоо 6.1.20, 6.1.21-д заасан ачааллын богино хугацааны үйлчлэлд хамаарах хэв гажилтын шинж чанар бүхий бетоны төлөв байдлын гурван шугамт диаграммыг ашиглана. Энэ үед бетоны төлөв байдлын хоёр шугамт диаграммыг ашиглах нь илүү хялбар юм

6.1.24 Шугаман бус хэв гажилтын загвараар төмөрбетон бүтээцийн ан цав үүсэлтийг тооцох үед шахалт ба суналтын бетоны хүчдэл-хэв гажилтын төлөв байдлыг тодорхойлохдоо 6.1.20 ба 6.1-д заасан ачааллын богино хугацааны үйлчлэлд хамаарах хэв гажилтын шинж чанар бүхий бетоны төлөв байдлын гурван шугамт диаграммыг ашиглана. Шахалтын бетоны харимхай ажлын үед суналтын бетоны хүчдэл-хэв гажилтын төлөв байдлыг үнэлэхэд хоёр шугамт диаграмм (6.1.21) -ыг ашиглах нь илүү хялбар юм.

6.1.25 Шугамын бус хэв гажилтын загвараар ан цавгүй төмөрбетон элементийн хэв гажилтыг тооцох үед шахалт ба суналтад ажиллах бетоны хүчдэл-хэв гажилтын төлөвийг үнэлэхэд ачааллын богино ба удаан хугацааны үйлчлэлийг бодолцсон бетоны төлөв байдлын гурван шугамт диаграммыг ашиглана. Ан цавтай үед шахалтын бетоны хүчдэл-хэв гажилтын төлөв байдлыг тодорхойлохдоо дээр дурдсан диаграммын зэрэгцээ ачааны богино ба үргэлжилсэн үйлчлэлийг бодолцсон бетоны төлөв байдлын хоёр шугамт хамгийн энгийн диаграммыг ашиглаж болно.

6.1.26 Шугаман бус хэв гажилтын загвараар тэнхлэгт босоо /нормаль/ ан цав нээгдэлтийн тооцоо хийх үед шахалтад ажиллах бетоны хүчдэл-хэв гажилтын төлөв байдлыг үнэлэхэд ачааллын богино хугацааны үйлчлэлийг бодолцон 6.1.20 ба 6.1.21-д заасан төлөв байдлын диаграммыг ашиглана. Энэ үед бетоны төлөв байдлын хоёр шугамт диаграммыг ашиглах нь илүү хялбар байна.

6.1.27 Бетоны хэв гажилтын шинж чанарт ээлжлэн хөлдөлт, гэсэлт ээлжлэн явагдах болон сөрөг температурын нөлөөллийг ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр $\gamma_{bt} \leq 1.0$ -ээр тооцно. Хүйтний улиралд гадна агаарын тооцооны температур -40°C хэм ба түүнээс дээш хүйтэн үед орчны агаарын үйлчлэл дэх газраас дээших бүтээцэд ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүрийг $\gamma_{bt} = 1.0$ гэж авна. Бусад тохиолдолд γ_{bt} илтгэлцүүрийн утгыг бүтцийн зориулалт, хүрээлэн буй орчны нөхцөлөөс хамааруулан авна

6.1.28 Хавтгайн (хоёр тэнхлэгт) эсвэл орон зайн (гурван тэнхлэгт) хүчдэлт төлөв дэх бетоны бат бэхийн шинж чанарын утгыг бетоны төрөл, ангийг бодолцон харилцан перпендикуляр хоёр буюу гурван чиглэлд үйлчлэх хүчдэлүүдийн хязгаарын утгуудын хоорондын хамаарлыг илэрхийлсэн шалгуураар тодорхойлно. . Бетоны хэв гажилтыг хавтгай эсвэл эзлэхүүний хүчдэлт төлөвийг харгалзан тодорхойлно

6.2 Арматур

6.2.1 Төмөрбетон барилга, байгууламжийг бетон, төмөрбетон бүтээцэд тавигдах шаардлагын дагуу төсөллөх үед арматурын төрөл, түүний нормын ба чанарын хяналтын үзүүлэлтийг тогтоовол зохино.

6.2.2 Төмөрбетон бүтээцийг улсын стандарт эсвэл батлагдсан техникийн нөхцөлийн холбогдох шаардлагыг хангасан дараах төрлийн арматураар арматурлана. Үүнд:

- халуунаар нь цувьсан гөлгөр, тогтмол ба хувьсах өндөр бүхий (цагирган ба хадуур хэлбэрийн) иржгэр гадаргуутай 6-40 (51) мм голчтой;
- дулаан-механикийн аргаар бэхжүүлсэн иржгэр гадаргуутай 6-40 (51) мм голчтой;
- хүйтнээр нь сунган хэлбэржүүлсэн иржгэр гадаргуутай 3-16 мм голчтой;
- таталган (канат) арматур 6-18 мм голчтой.

6.2.3 Бүтээцийг төсөллөх үед арматурын чанарын үндсэн үзүүлэлт нь сунгалтын бат бэхээр тогтоосон арматурын анги болно. Үүнийг дараах байдлаар тэмдэглэнэ.

А- халуунаар нь цувьсан ба дулаан-механикийн аргаар бэхжүүлсэн арматур;
В, Вр- хүйтнээр нь сунган хэлбэржүүлсэн арматур;
К- таталган (канат) арматур.

Сунгалтын бат бэхээр тогтоосон арматурын анги нь баталгаат бодит эсвэл нөхцөлт (0,1% эсвэл 0,2%-ийн үлдэгдэл хэв гажилтад харгалзах хүчдэлийн утгатай тэнцүү) урсгалтын хязгаарын утгатай тохирох ба харгалзах стандартын 0,95-аас багагүй магадлалын баталгаатай байна.

Түүнээс гадна зайлшгүй тохиолдолд арматурт ширээгдэх, налархай чанар, хүйтэн тэсвэрлэлт, зэврэлт тэсвэрлэлт, бетонтой барьцалдалт гэх мэт нэмэлт чанарын үзүүлэлтийн шаардлагууд тавигдана.

6.2.4 Урьдчилан хүчитгээгүй арматуртай төмөрбетон бүтээцэд иржгэр гадаргуутай SD295, SD345, SD390, SD490, A400, A500, A600, түүнчлэн гагнамал тор, хэлхээсэд B500, Вр500 ангийн арматурыг тооцооны дагуу хэрэглэнэ. Эдийн засгийн үүднээс илүү өндөр ангийн арматур хэрэглэхийг зөвшөөрнө.

Хөндлөн ба ташуу арматурлалтай үед СтЗсп ба СтЗпс (нормын үзүүлэлтийн зэрэглэл (категори) нь 2-оос доошгүй байх) маркийн гангаар хийсэн SR235, SR295, A240 ангийн гөлгөр арматур, түүнчлэн SD295, SD345, SD390, SD490, A400, A500, B500, Вр500 ангийн иржгэр гадаргуутай арматурыг хэрэглэнэ.

Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон бүтээцэд дараах арматуруудыг хэрэглэнэ. Үүнд:

Хүчитгэсэн арматурт:

- халуунаар нь цувьсан, дулаан-механикийн аргаар бэхжүүлсэн иржгэр гадаргуутай A600, A800, A1000 анги;
- хүйтнээр нь сунган хэлбэржүүлсэн иржгэр гадаргуутай Вр1200-аас Вр1600 анги;
- долоон утастай таталган (канат) K1400, K1500, K1600, K1700, K1800, K1900 анги

Ердийн арматурт:

- халуунаар нь цувьсан гөлгөр гадаргуутай A240 анги;
- халуунаар нь цувьсан, дулаан-механикийн аргаар бэхжүүлсэн ба хүйтнээр нь сунган хэлбэржүүлсэн иржгэр гадаргуутай A400, A500, A600 ба B500, Вр500 анги.

6.2.5 Тооцоогоор тавигдах арматурын төрөл, гангийн марк, мөн бэхэлгээний нарийвчийн цувимал ганг сонгохдоо бүтээцийн ашиглалтын үеийн температурын нөхцөл ба түүний ачааллын байдлыг бодолцоно.

Статик (мөн квазистатик) ачаалалттай үед халаалттай барилгад, мөн түүнчлэн хасах 40°C ба түүнээс дээш тооцооны температуртай нөхцөлд ашиглагдах ил задгай болон халаалтгүй барилгын бүтээцэд 35ГС маркийн гангаар хийсэн A400 ангийн арматур, хасах 30°C ба түүнээс дээш тооцооны температуртай үед

хэрэглэдэг СтЗкп маркийн гантай А240 ангийн арматураас бусад өмнө дурдсан бүх ангийн арматурыг хэрэглэж болно.

Тооцооны температур нь хасах 55°С-ээс доош үед 20Г2СФБА маркийн гангаар хийсэн Ас500С ба А600 ангийн арматурыг хэрэглэнэ.

Ашиглалтын бусад нөхцөлд арматурын анги ба гангийн маркийг тусгай заалтыг баримтлан хэрэглэнэ.

Урьдчилан хүчитгэлийн хүчдэл дамжих зурвасыг төсөллөх үед бетон доторх арматурын тээглүүр (анкерчлал) ба арматурыг зөрүүлж залгахдаа (ширээхгүйгээр) арматурын зохих стандартаар тогтоосон арматурын гадаргуугийн хэлбэрийг харгалзан үзнэ.

Арматурыг ширээж холбохоор төсөллөхөд арматурыг бэлтгэсэн аргыг харгалзан үзнэ (MNS 3073:2001; БН 393-82 г.м).

6.2.6 Угсармал төмөрбетон ба бетон бүтээцийн элементийн угсралтын (өргөх) гогцоонд халуунаар цувьсан СтЗсп ба СтЗпс (харгалзах стандартын дагуу нормын үзүүлэлтийн зэрэглэл (категори) нь 2-оос доошгүй байх) маркийн гангаар хийсэн А240 ангийн арматурыг хэрэглэнэ.

Хэрэв өвлийн тооцооны температур хасах 40°С-ээс доош үед бүтээцийг угсрах бол угсралтын гогцоонд СтЗпс маркийн ган хэрэглэхийг хориглоно.

6.2.7 Арматурын бат бэхийн үндсэн үзүүлэлт нь 6.13-р хүснэгтэд үзүүлсэн арматурын ангиас хамааруулан авах суналтын эсэргүүцлийн нормын утга $R_{s,n}$ болно.

6.13-р хүснэгт

Арматурын анги	Арматурын нэрлэсэн голч, мм	Арматурын суналтын эсэргүүцлийн нормын утга $R_{s,n}$ ба II бүлгийн хязгаарын төлөвийн суналтын эсэргүүцлийн тооцооны утга $R_{s,set}$, МПа
SR235	6 - 42	235
SR295	6 - 42	295
SD295	6 - 51	295
SD345	6 - 51	345
SD390	6 - 51	390
SD490	6 - 51	490
A240	6 - 40	240
A300	6 - 40	300
A400	6 - 40	400
A500, A500сп	6 - 40	500
A600	6 - 40	600
A800	10 - 32	800
A1000	10 - 32	1000
B500	3 - 16	500
B _p 500	3 - 5	500
B _p 1200	8	1200
B _p 1300	7	1300
B _p 1400	4; 5; 6	1400
B _p 1500	3	1500
B _p 1600	3 - 5	1600
K1400(K-7)	15,2	1400
K1450	15,2	1450
K1500(K-19)	6,2 – 12,4	1500
K1550	6,9 – 18,0	1550
K1650	6,9 – 15,7	1650
K1750	9,0; 9,3	1740
K1850	6,9	1840
K1900	6,9	1920

6.2.8 Арматурын суналтын эсэргүүцлийн тооцооны утга R_s -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$R_s = \frac{R_{s,n}}{\gamma_s} \quad (6.10)$$

Энд: γ_s - арматурын найдваршиллын илтгэлцүүр, доорх утгуудтай тэнцүү байна:

- нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд 1,15;
- хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд 1,0-тэй тэнцүүгээр авна.

Арматурын суналтын эсэргүүцлийн тооцооны утга R_s -ыг нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвийн хувьд 6.14-р хүснэгтэд, хоёрдугаар бүлгийнхийг 6.13-р хүснэгтэд тус тус өгөв. Энэ үед $R_{s,n}$ -ийн утгыг нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд харгалзах стандартын дагуу хамгийн бага хяналтын утгатай тэнцүүгээр авна.

Арматурын шахалтын эсэргүүцлийн тооцооны утга R_{sc} -ыг суналтын тооцооны эсэргүүцэл R_s -тэй тэнцүү авах боловч шахалтын арматурыг тойрсон бетоны богиносох хэв гажилтад харгалзах дараах утгаас ихгүй байна. Үүнд:

- богино хугацааны ачааллын үйлчлэлд 400 МПа-аас ихгүй;
- удаан хугацааны ачааллын үйлчлэлд 500 МПа-аас ихгүй байна.

В500 ба А600 ангийн арматурын шахалтын эсэргүүцлийн хязгаарын утгыг ажлын нөхцөлийн бууруулах илтгэлцүүрээр үржүүлж авна. Тооцооны утга R_{sc} -ыг 6.14-р хүснэгтэд өгөв.

Арматурын тооцооны эсэргүүцлийн утга. 6.14-р хүснэгт

Арматурын анги	I бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд хэрэглэх арматурын тооцооны эсэргүүцлийн утга, МПа	
	суналтын R_s	шахалтын R_{sc}
SR235	210	210
SR295	265	265
SD295	265	265
SD345	310	310
SD390	350	350
SD490	430	430 (390)
A240	210	210
A300	270	270

A400	340	340
A500, A500сп	435	435 (400)
A600	520	470 (400)
A800	695	500 (400)
A1000	870	500 (400)
B500	415	415 (380)
B _p 500	415	390 (360)
B _p 1200	1000	500 (400)
B _p 1300	1100	500 (400)
B _p 1400	1170	500 (400)
B _p 1500	1250	500 (400)
B _p 1600	1340	500 (400)
K1400(K-7)	1170	500 (400)
K1450	1200	500 (400)
K1500(K-19)	1250	500 (400)
K1550	1350	500 (400)
K1650	1435	500 (400)
K1750	1515	500 (400)
K1850	1600	500 (400)
K1900	1670	500 (400)

Тайлбар: хаалтын доторх R_{sc} –ийн утгыг ачааллын богино хугацааны үйлчлэлийн үед ашиглана.

6.2.9 Хөндлөн арматурын тооцооны эсэргүүцлийн утга R_{sw} -ыг A240...A500, B500, SR235, SR295, SD295 ангиудын хувьд 6.15-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Бүх ангийн хөндлөн арматурын тооцооны эсэргүүцлийн утга R_{sw} -ыг 300 МПа-аас ихгүйгээр авна.

Хөндлөн арматурын тооцооны эсэргүүцлийн утга. 6.15-р хүснэгт

Арматурын анги	I бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоонд хэрэглэх хөндлөн арматур (хомут ба нугалсан шилбэ)-ын тооцооны эсэргүүцлийн утга, МПа
A240	170
A400	280
A500	300
B500	300

6.2.10 Арматурын хэв гажилтын үндсэн үзүүлэлтүүд нь дараах утгууд байна. Үүнд:

- арматурын хүчдэл нь тооцооны эсэргүүцэл R_s -дээ хүрэх үеийн суналтын харьцаат хэв гажилт ε_{s0} ;
- арматурын харимхайн модуль E_s .

6.2.11 Арматурын харьцаат хэв гажилтын утга ε_{s0} -ыг дараах байдлаар авна.

-бодит урсгалтын хязгаартай арматурт

$$\varepsilon_{s0} = \frac{R_s}{E_s} \quad (6.11)$$

-нөхцөлт урсгалтын хязгаартай арматурт

$$\varepsilon_{s0} = \frac{R_s}{E_s} + 0,002 \quad (6.12)$$

6.2.12 Арматурын харимхайн модулийн E_s утгыг суналт ба шахалтын үед адил дараах байдлаар авна. Үүнд:

- татлаган (канат) (К) арматурт $E_s = 1,95 \cdot 10^5$ МПа;
- бусад (А, В, SD, SR) арматурт $E_s = 2,0 \cdot 10^5$ МПа.

6.2.13 Төмөрбетон элементийг шугаман бус хэв гажилтын загвараар тооцох үед арматурын төлөв байдлын (хэв гажилтын) диаграммыг ашиглана.

Төмөрбетон элементийг шугаман бус хэв гажилтын загвараар тооцох үед арматурын хүчдэл σ_s , харьцаат хэв гажилт ε_s -ын хоорондох хамаарлаар тогтоосон төлөв байдлын (хэв гажилтын) тооцооны диаграммыг дараах байдлаар авна. Үүнд:

- SD245-аас SD390, A240-өөс A500, B500 ангийн бодит урсалтын хязгаартай арматурт Прандтлийн төрлийн хялбаршуулсан хоёр шугамт диаграммаар (6.2, а-р зураг);
- A600-A1000, Bp1200- Bp1500, K1400, K1500, K1600 ангийн нөхцөлт урсалтын хязгаартай арматурт гурван шугамт диаграммаар (6.2, б-р зураг) урсалтын талбайгаас цааших бэхжилтийг бодолцохгүйгээр тус тус авна.

Суналт ба шахалтад арматурын төлөв байдлын диаграммыг түүний суналт, шахалтын нормчилсон тооцооны эсэргүүцлийг харгалзан адилхан авна.

Арматурын хэв гажилтын бодит диаграммд ойртсон муруй шугаман тооцооны диаграммыг түүний төлөв байдлын тооцооны диаграмм болгон авахыг зөвшөөрнө.

6.2.14 Хоёр шугамт диаграммыг хэрэглэх үед арматурын хүчдэл σ_s -ийг харьцаат хэв гажилт ε_s -аас хамааруулан дараах томъёогоор тодорхойлно:

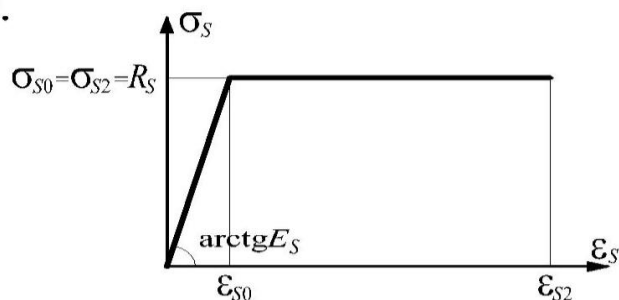
$$0 < \varepsilon_s < \varepsilon_{s0} \quad \text{үед} \quad \sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s ; \quad (6.13)$$

$$\varepsilon_{s0} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s2} \quad \text{үед} \quad \sigma_s = R_s . \quad (6.14)$$

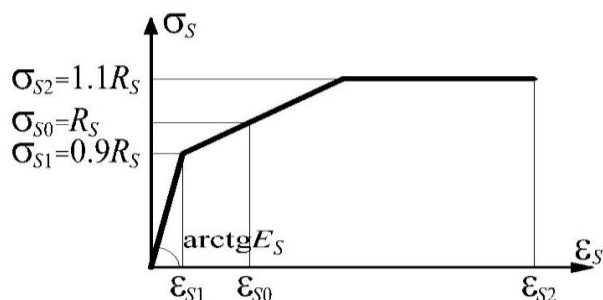
ε_{s0} , E_s ба R_s -ийн утгуудыг 6.2.11, 6.2.12, 6.2.8-д зааснаар авна. Харьцаат хэв гажилт ε_{s2} -ын утгыг 0,025-тай тэнцүү авна.

Туршилт судалгаа болон тооцооны үндэслэлтэй үр дүнгээр харьцаат хэв гажилтын утга ε_{s2} -ыг гангийн марк, арматурлалын байдал, бүтээцийн найдваршлын шалгуур, бусад хүчин зүйлсээс хамааруулан 0,025 гэсэн утгаас бага буюу ихээр авахыг зөвшөөрнө.

а.



б.



а- арматурын суналтын төлөв байдлын хоёр шугамт диаграмм;

б- арматурын суналтын төлөв байдлын гурван шугамт диаграмм
6.2-р зураг. Арматурын суналтын төлөв байдлын диаграмм

6.2.15 Гурван шугамт диаграммыг хэрэглэх үед арматурын хүчдэл σ_s -ийг харьцаат хэв гажилт ε_s -аас хамааруулан дараах томъёогоор тодорхойлно.

$0 < \varepsilon_s < \varepsilon_{s1}$ үед

$$\sigma_s = \varepsilon_s \cdot E_s ; \quad (6.15)$$

$\varepsilon_{s1} < \varepsilon_s < \varepsilon_{s2}$ үед

$$\sigma_s = \left[\left(1 - \frac{\sigma_{s1}}{R_s} \right) \cdot \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{s0} - \varepsilon_{s1}} + \frac{\sigma_{s1}}{R_s} \right] \cdot R_s \leq 1,1R_s \quad (6.16)$$

ε_{s0} , E_s ба R_s -ийг 6.2.11, 6.2.12, 6.2.8-д зааснаар авна.

Хүчдэл σ_{s1} – ийн утгыг $0,9R_s$ -тэй, σ_{s2} -ыг $1,1R_s$ -тэй тэнцүүгээр тус тус авна.

Харьцаат хэв гажилт ε_{s1} – ын утга нь $\frac{0,9R_s}{E_s}$, харин ε_{s2} нь 0,015-тай тэнцүү байна.

7. Бетон бүтээц

Бүтээцийн бат бэхийг зөвхөн бетоноор хангаж байвал бетон бүтээц гэж авч үзнэ.

Бетон элементийг дараах байдлаар хэрэглэнэ. Үүнд:

- дагуу шахах хүч нь элементийн хөндлөн огтлолын хязгаарт үйлчлэх үед дийлэнх нь шахалтад ажиллах;
- зарим тохиолдолд элементийн хөндлөн огтлолын гадна үйлчлэх дагуу шахах хүчний үйлчлэлд шахалтад ажиллах бүтээцэд, мөн түүнчлэн эвдрэл нь хүний амь нас, тоног төхөөрөмжийн аюулгүй байдалд шууд аюул учруулахгүй байх гулзайлтын бүтээцэд.

Арматурын хөндлөн огтлол нь 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлагаар зөвшөөрөгдөх хамгийн бага хэмжээнээс доош бол бетон бүтээц гэж үзнэ.

7.1 Бетон элементийн бат бэхийн тооцоо

7.1.1 Бетон элементийг дагуу шахах хүч, гулзайлгах момент, хөндлөн хүчний үйлчлэлд, түүнчлэн орчны шахалтад бат бэхээр нь тооцно.

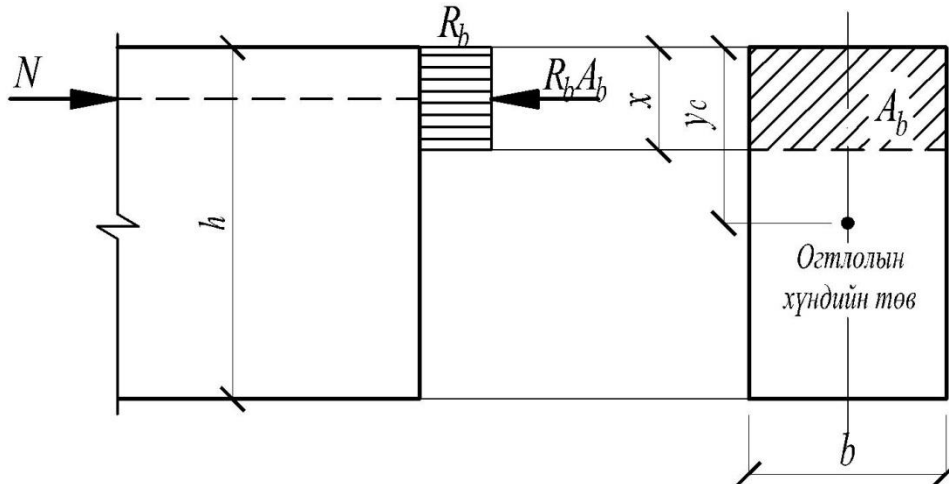
7.1.2 Дагуу шахах хүч (төвийн бус шахалт) ба гулзайлгах моментын үйлчлэлд бетон элементийн бат бэхийн тооцоог түүний дагуу тэнхлэгт босоо огтлолд хийнэ.

Бетон элементийн тооцоог 8.1.20-8.1.30-д зааснаар шугаман бус хэв гажилтын загварын үндсэн дээр тооцооны хамаарлуудад арматурын талбайг 0-тэй тэнцүүгээр авч хийнэ. Тэгш өнцөгт, тавр огтлолтой бетон элементийн босоо огтлолын тэгш хэмийн хавтгайд хүчлэл үйлчлэх үед тооцоог 7.1.7-7.1.12-т зааснаар хязгаарын хүчлэлээр хийнэ.

7.1.3 Бетон элементийг түүнд тавигдах шаардлага ба ажлын нөхцөлөөс нь хамааруулж, суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг бодолцож эсвэл бодолцохгүйгээр хязгаарын хүчлэлээр тооцно.

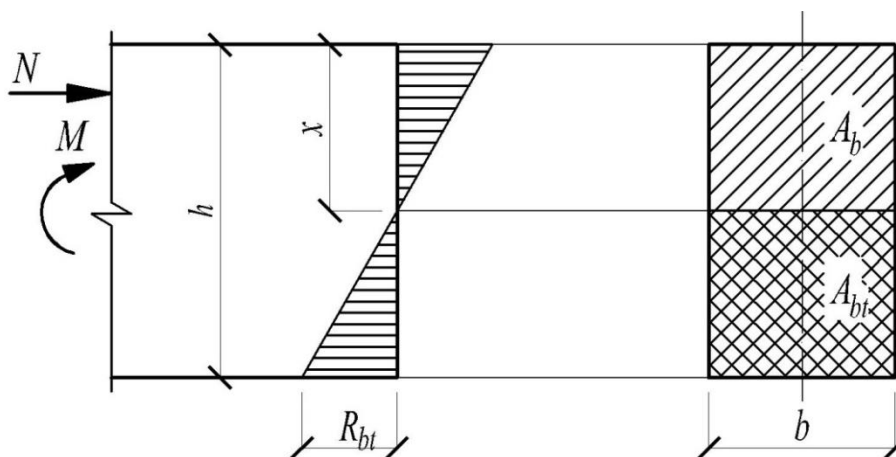
Дагуу шахах хүч нь элементийн хөндлөн огтлолын хязгаар дотор үйлчлэх үеийн төвийн бус шахалтын элементийн тооцоог шахалтын хэсгийн бетон эвдэрснээр хязгаарын төлөвт хүрнэ гэж үзэн суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг бодолцохгүйгээр хийнэ (7.1-р зураг).

Хязгаарын хүчлэлээр тооцох үед бетоны шахалтын эсэргүүцлийг дагуу хүчний үйлчлэлийн цэгтэй давхцах хүндийн төв бүхий шахалтын бүсийн өндрийн дагуу жигд тархсан R_b –хүчдэлтэй тэнцүү гэсэн нөхцөлөөр авна (7.1.9).



7.1-р зураг. Суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг бодолцохгүйгээр бат бэхээр тооцох төвийн бус шахалтын бетон элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлол дахь хүчлэл ба хүчдэлийн эпюрийн бүдүүвч

Дагуу шахах хүч нь элементийн хөндлөн огтлолын гадна үйлчлэх шахалтын элемент, гулзайлтын элемент, мөн түүнчлэн бүтээцийн ашиглалтын нөхцөлөөр анцав үүсэхийг үл зөвшөөрөх элементийн хувьд суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг бодолцож тооцно (7.2-р зураг). Энэ үед хязгаарын хүчлэлээр хийх тооцоонд хязгаарын төлөвийг, бетоны харимхай ажлыг бодолцон тодорхойлсон суналтын бүсийн бетоны хүчлэл хязгаарын утгад хүрэх үеийнхээр авна (7.1.9, 7.1.10, 7.1.12).



7.2-р зураг. Суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг бодолцон бат бэхээр тооцох гулзайлтын (төвийн бус шахалт) бетон элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлол дахь үүсэх хүчлэл ба хүчдэлийн эпюрийн бүдүүвч

7.1.4 Хөндлөн хүч үйлчлэх үеийн бетон элементийн бат бэхийн тооцоог гол сунгах хүчдэлийг бетоны тэнхлэгийн суналтын тооцооны эсэргүүцэлд $\left(\frac{\sigma_{mt}}{R_{bt}}\right)$ ба гол шахах хүчдлийг бетоны тэнхлэгийн шахалтын тооцооны эсэргүүцэлд $\left(\frac{\sigma_{mc}}{R_b}\right)$ харьцуулсан харьцаануудын нийлбэр нь 1,0-ээс ихгүй байх ёстой гэсэн нөхцөлөөр хийнэ.

7.1.5 Бетон элементийн бат бэхийн тооцоог орчны ачааны үйлчлэлд (орчны шахалт) 8.1.43-8.1.45-д зааснаар хийнэ.

7.1.6 Бетон элементэд 10.3.7-д заасан тохиолдолд бүтээцлэлийн арматурыг зайлшгүй авч үзнэ.

Төвийн бус шахалтын бетон элементийг хязгаарын хүчлэлээр тооцох

7.1.7 Дагуу шахах хүчний үйлчлэлд ажиллах төвийн бус шахалтын бетон элементийн тооцоонд тохиолдлын эксцентриситет e_a -ийг дараах утгаас багагүй авна. Үүнд:

-	$\frac{\ell}{600}$;
-	$\frac{h}{30}$;
-	10мм.

Энд: ℓ - элементийн урт эсвэл түүний шилжилтийг хорьсон бэхэлгээний огтлолуудын хоорондын зай;
 h - элементийн огтлолын өндөр.

Статик тодорхойгүй бүтээцийн элементийн хувьд хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй дагуу хүчний эксцентриситет e_0 -ийг статик тооцоогоор гарсан утгаар авах ба e_a -аас багагүй байна.

Статик тодорхой бүтээцийн элементийн хувьд эксцентриситет e_0 -ийг бүтээцийн статик тооцоогоор гарсан ба тохиолдлын эксцентриситетүүдийн нийлбэрээр авна.

7.1.8 Бүтээцийн туяншил нь $\frac{l_0}{i} > 14$ байвал e_0 -ийн утгыг илтгэлцүүр η -ээр (7.1.11-д тодорхойлсон) үржүүлэх замаар түүний даах чадварт үзүүлэх хотойлтын нөлөөг тооцно.

7.1.9 Дагуу шахах хүч нь элементийн хөндлөн огтлолын хязгаарт байрлах үед төвийн бус шахалтын бетон элементийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N \leq R_b \cdot A_b, \quad (7.1)$$

Энд: N - үйлчлэх дагуу хүч;

A_b - бетоны шахалтын бүсийн хөндлөн огтлолын талбай, үүнийг шахалтын бүсийн хүндийн төвийг дагуу N (хотойлтыг бодолцсон) хүчний үйлчлэлийн цэгтэй давхцана гэсэн нөхцөлөөс тодорхойлно.

Тэгш өнцөгт огтлолтой элементэд

$$A_b = b \cdot h \cdot \left(1 - \frac{2e_0 \cdot \eta}{h}\right). \quad (7.2)$$

Дагуу хүчний эксцентриситет $e_0 \leq \frac{h}{30}$ ба $l_0 \leq 20h$ үед тэгш өнцөгт огтлолтой төвийн бус шахалтын элементийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N \leq \varphi \cdot R_b \cdot A \quad (7.3)$$

Энд: A - элементийн хөндлөн огтлолын талбай;

φ - дагуу гулзайлтын илтгэлцүүр, удаан хугацааны ачааллын үйлчлэлийн үед элементийн туяншил $\frac{l_0}{h}$ -аас хамааруулж 7.1-р хүснэгтээс, харин богино хугацааны ачаалал үйлчлэхэд $\frac{l_0}{h}=10$ үед $\varphi = 0,9$, $\frac{l_0}{h}=20$ үед $\varphi = 0,85$, завсрын утгуудыг шугаман хуулиар тодорхойлно.

l_0 - элементийн тооцооны урт, үүнийг төмөрбетон элементтэй адилхан тодорхойлно.

l_0/h	6	10	15	20
φ	0,92	0,9	0,8	0,6

Ашиглалтын нөхцөлөөр нь ан цав үүсэхийг үл зөвшөөрөх төвийн бус шахалтад ажиллах бетон элементийг (7.1)-р нөхцөлийн тооцооноос хамаарахгүйгээр суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг бодолцож дараах томъёогоор шалгана.

$$N \leq \frac{R_{br} \cdot A}{\frac{A}{I} e_0 \cdot \eta \cdot y_t - 1} \quad (7.4)$$

Тэгш өнцөгт огтлолтой элементийн хувьд (7.4) томъёог дараах байдлаар авна.

$$N \leq \frac{R_{br} \cdot b \cdot h}{\frac{6 \cdot e_0 \cdot \eta}{h} - 1} \quad (7.5)$$

(7.4) ба (7.5) томъёонд:

A - бетон элементийн хөндлөн огтлолын талбай;

I - бетон элементийн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй инерцийн момент;

y_t - элементийн огтлолын хүндийн төвөөс хамгийн их сунах үе (волокна) хүртэлх зай;

η - 7.1.11-д зааснаар тодорхойлох илтгэлцүүр.

7.1.10 Төвийн бус шахалтын бетон элементийн тооцоог элементийн хөндлөн огтлолын хязгаарын гадна дагуу шахах хүч байрлах үед (7.4) ба (7.5) нөхцөлөөр хийнэ.

7.1.11 Дагуу хүчний эксцентриситет e_0 -ийн утганд хотойлтын нөлөөллийг бодолцох илтгэлцүүр η -ийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} \quad (7.6)$$

Энд: N_{cr} -нөхцөлт критик хүч, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{\ell_0^2} \quad (7.7)$$

Энд: D - бат бэхийн хязгаарын үе шатан дахь элементийн хөшүүншил, үүнийг төмөрбетон элементтэй адил 8.1.15-д зааснаар тодорхойлох боловч арматурыг бодолцохгүй.

Гулзайлтын бетон элементийг хязгаарын хүчлэлээр тооцох

7.1.12 Гулзайлтын бетон элементийг дараах нөхцөлөөр тооцно.

$$M \leq M_{ult}, \quad (7.8)$$

Энд: M - гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент;

M_{ult} - элементийн огтлол хүлээн авч болох хязгаарын гулзайлгах момент.

M_{ult} -ийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{ult} = R_{bt} \cdot W, \quad (7.9)$$

Энд: W - элементийн огтлолын эсэргүүцлийн момент (захын сунах үе (волокна))

Тэгш өнцөгт огтлолтой элементийн хувьд

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}. \quad (7.10)$$

8. Урьдчилан хүчитгээгүй арматуртай төмөрбетон бүтээц

8.1 Төмөрбетон бүтээцийн элементийн I бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоо

Төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоо

Гулзайлгах момент, дагуу хүч, хөндлөн хүч, мушгих момент ба орчны ачааны үйлчлэл (орчны шахалт, цөмрөлт)-д төмөрбетон элементийг бат бэхээр тооцно.

Гулзайлгах момент, дагуу хүчний үйлчлэлд төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоо

Нийтлэг үндэслэл

8.1.1 Гулзайлгах момент, дагуу хүчний (төвийн бус шахалт эсвэл суналт) үйлчлэлд төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоог түүний дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлолоор хийнэ.

Төмөрбетон элементийн босоо огтлолын бат бэхийн тооцоог 8.1.20-8.1.30-д заасны дагуу шугаман бус хэв гажилтын загвар, түүнчлэн дараах хязгаарын хүчлэлийн үндсэн дээр хийнэ. Үүнд:

- элементийн босоо огтлолын тэгш хэмийн хавтгайд хүчлэл үйлчлэх үед элементийн гулзайлтын хавтгайд эгц (перпендикуляр) ирмэгээр байрласан арматуртай двутавр ба тавр, тэгш өнцөгт огтлолтой төмөрбетон элементийн тооцоог 8.1.4-8.1.16-д үзүүлснээр;
- дугуй ба цагариг хөндлөн огтлолтой төвийн бус шахалтын элементийг Д хавсралтад зааснаар.

8.1.2 Төвийн бус шахалтын элементийн даах чадварыг бүтээцийн хэв гажсан бүдүүвчээр тооцох замаар хотойлтын нөлөөллийг бодолцоно.

Бүтээцийн туяншил нь $\frac{I_0}{i} > 14$ байвал анхны эксцентриситет e_0 -ийн утгыг

илтгэлцүүр η -ээр (8.1.15-д заасан) үржүүлэх замаар түүний бат бэхэд хотойлтын нөлөөг бодолцож хэв гажаагүй бүдүүвчээр бүтээцийг тооцохыг зөвшөөрнө.

8.1.3 Бат бэхийн хязгаарын хүчлэл нь ан цав үүсэх үеийн хязгаарын хүчлэл(8.2.8-8.2.14)-ээс бага байх төмөрбетон элементийн хувьд суналтын дагуу арматурын хөндлөн огтлолын талбайг бат бэхийн тооцооны шаардлагатай харьцуулахад 15%-иас багагүй нэмэгдүүлэх буюу ан цав үүсэх үеийн хязгаарын хүчлэлийн үйлчлэлд бат бэхийн тооцоогоор тодорхойлох хэрэгтэй.

Хязгаарын хүчлэлээр хийх босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийн тооцоо

8.1.4 Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо огтлолд үүсэх хязгаарын хүчлэлүүдийг тодорхойлоход дараах хялбарчилгааг авч үзнэ. Үүнд:

- бетоны суналтын эсэргүүцэл нь тэгтэй тэнцүү байна;
- бетоны шахалтын эсэргүүцэл нь бетоны шахалтын бүсээр жигд тархсан R_b - хүчдэлтэй тэнцүү;
- арматурын хэв гажилт (хүчдэл)-ыг бетоны шахалтын бүсийн өндрөөс хамааруулан тодорхойлно;
- арматурын сунгах хүчдэлийг суналтын тооцооны эсэргүүцэл R_s -ээс ихгүйгээр авна;
- арматурын шахах хүчдэлийг шахалтын тооцооны эсэргүүцэл R_{sc} -ээс ихгүй авна.

8.1.5 Босоо огтлолын бат бэхийн тооцоог тэнцвэрийн харгалзах нөхцөлөөр тодорхойлсон бетоны шахалтын бүсийн харьцаат өндрийн утга $\xi = \frac{x}{h_0}$ ба шахалтын

бүсийн харьцаат өндрийн хязгаарын утга ξ_R -ын хоорондын харьцаанаас хамааруулан хийнэ. Харьцаат өндрийн хязгаарын утга ξ_R -ын үед суналтын арматурын хүчдэл нь тооцооны эсэргүүцэл R_s -д хүрэхтэй зэрэгцэн элемент хязгаарын төлөвт хүрнэ гэж үзнэ.

8.1.6 Харьцаат өндрийн хязгаарын утга ξ_R -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{0.8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}} \quad (8.1)$$

Энд: $\varepsilon_{s,el}$ -суналтын арматурын хүчдэл R_s -тэй тэнцүү болох үеийн харьцаат хэв

$$\text{гажилт} \quad \varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}; \quad (8.2)$$

ε_{b2} -шахалтад ажиллах бетоны хүчдэл R_b -тэй тэнцүү болох үеийн харьцаат хэв гажилт, үүнийг 6.1.20-ийн дагуу ачааны богино хугацааны үйлчлэлд авна.

B70-B100 ангийн хүнд бетон болон нарийн дүүргэгчтэй бетонд 8.1 томьёонд буй 0,8-ийн оронд 0,7-г авна.

8.1.7 Төвийн бус шахалтын төмөрбетон элементийг тооцохдоо дагуу хүчний анхны эксцентриситет e_0 -д дараах утгаас багагүй байх тохиолдлын эксцентриситет e_a -ийг бодолцоно. Үүнд:

$$\begin{array}{l} - \\ - \\ - \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{l}{600} ; \\ \frac{h}{30} ; \\ 10\text{мм}. \end{array}$$

Энд: l -элементийн урт эсвэл түүний шилжилтийг хорьсон бэхэлгээний огтлолуудын хоорондын зай;
 h - элементийн огтлолын өндөр.

Статик тодорхойгүй бүтээцийн элементийн хувьд хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй дагуу хүчний эксцентриситет e_0 -ийг статик тооцоогоор гарсан утгаар авах ба e_a -аас багагүй байна.

Статик тодорхой бүтээцийн элементийн хувьд эксцентриситет e_0 -ийг бүтээцийн статик тооцоогоор гарсан ба тохиолдлын эксцентриситетүүдийн нийлбэрээр авна.

Гулзайлтын элементийн тооцоо

8.1.8 Гулзайлтын элементийн огтлолын бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$M \leq M_{ult}, \quad (8.3)$$

Энд: M - гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент;

M_{ult} - элементийн огтлол хүлээн авч болох хязгаарын гулзайлгах момент.

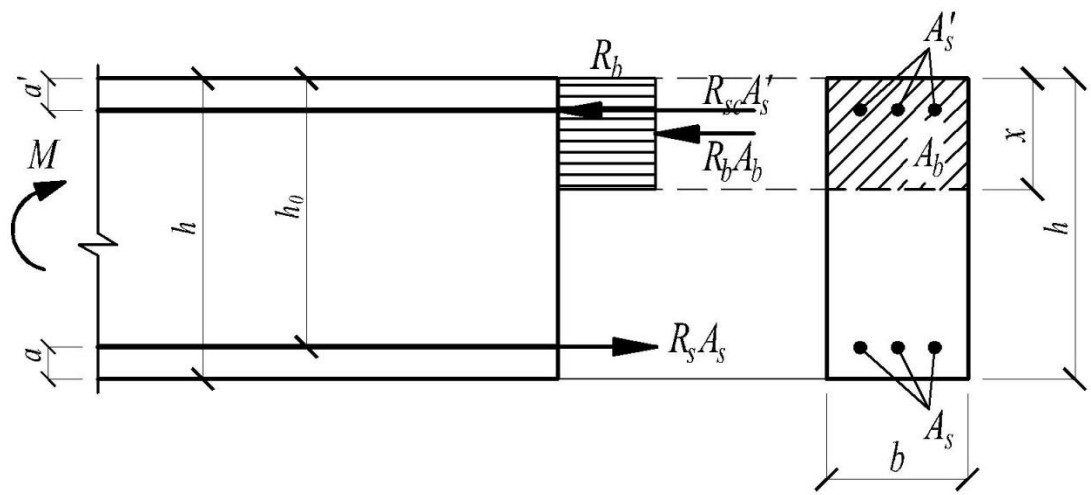
8.1.9 Тэгш өнцөгт огтлолтой гулзайлтын элементэд (8.1-р зураг) $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$

байх үед M_{ult} -ийн утгыг дараах томьёогоор тодорхойлно.

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'), \quad (8.4)$$

Энд шахалтын бүсийн өндөр x -ийг дараах томьёогоор тодорхойлно.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b} . \quad (8.5)$$



8.1-р зураг. Гулзайлтын төмөрбетон элементийн бат бэхийг тооцох үеийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлолын хүчдэлийн эпюр ба хүчлэлийн бүдүүвч

8.1.10 Тавр ба двутавр хөндлөн огтлолын тавцан нь шахалтын бүсэд байгаа гулзайлтын элементийн M_{uit} утгыг $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ үед шахалтын бүсийн заагийн байрлалаас хамааруулан тодорхойлно. Үүнд:

а) Хэрвээ шахалтын бүсийн зааг нь тавцангаар өнгөрөх (8.2.а-р зураг), өөрөөр хэлбэл доорх нөхцөлийг хангасан үед M_{uit} – утгыг b'_f өргөнтэй тэгш өнцөгт огтлолын адилаар 8.1.9-д зааснаар тодорхойлно.

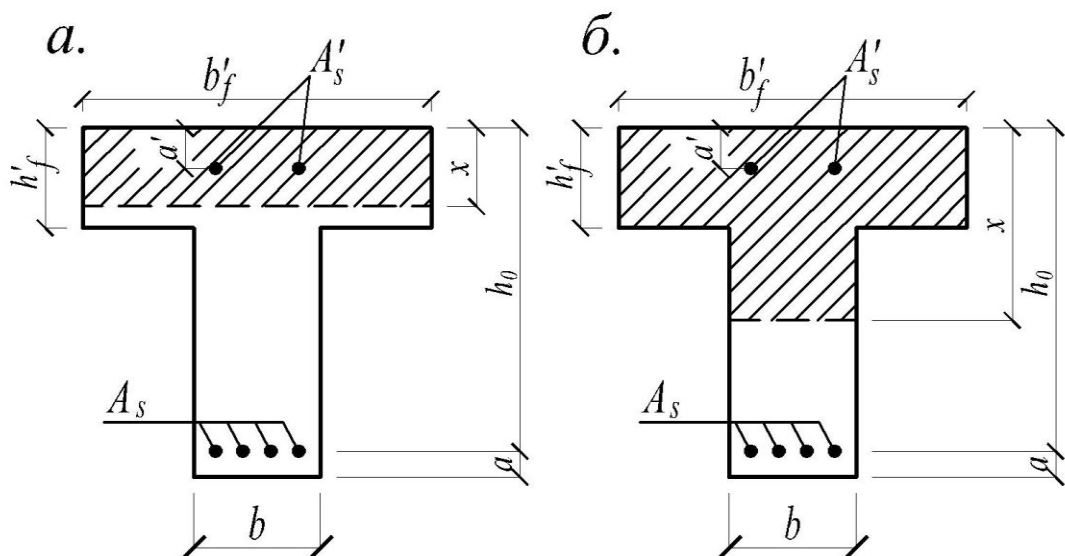
$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b'_f \cdot h'_f + R_{sc} \cdot A'_s, \quad (8.6)$$

б) Шахалтын бүсийн зааг нь хавиргаар өнгөрөх (8.2.б-р зураг), өөрөөр хэлбэл (8.6) нөхцөл биелэгдэхгүй бол M_{uit} -г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{uit} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_b (b'_f - b) \cdot h'_f (h_0 - 0,5h'_f) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a'), \quad (8.7)$$

Энд бетоны шахалтын бүсийн өндөр x -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - R_b (b'_f - b) \cdot h'_f}{R_b \cdot b} \quad (8.8)$$



а-зааг тэнхлэг тавцангаар;
б-зааг тэнхлэг хавиргаар

8.2-р зураг. Гулзайлтын төмөрбетон элементийн огтлолын шахалтын бүсийн заагийн байрлал

8.1.11 Тооцоонд тавцангийн өргөн b_f' -ийн утгыг хавирганаас хоёр тийш гарсан тавцангийн өнгийлтийн өргөн нь тухайн элементийн алслалын $1/6$ -ээс ихгүй байх нөхцөлөөс, мөн доорх утгуудаас хэтрэхгүй байхаар авна. Үүнд:

а) Хөндлөн хавиргатай байхад эсвэл $h_f' \geq 0,1h$ үед дагуу хаврагуудын хоорондын цэвэр зайн $1/2$ -тэй тэнцүү;

б) Хөндлөн хавиргагүй (эсвэл хөндлөн хавиргатай боловч хоорондын зай нь дагуу хавирганыхаа хоорондын зайнаас их) ба $h_f' < 0,1h$ байвал $6h_f'$ -тэй тэнцүү;

в) Тавцан нь хөшөөст (консоль) өнгийлттэй байх тохиолдолд

- $h_f' \geq 0,1h$ байвал $6h_f'$

- $0,05h \leq h_f' < 0,1h$ байвал $3h_f'$

- $h_f' < 0,05h$ байвал тавцангийн өнгийлтийг тооцохгүй.

8.1.12 Гулзайлтын элементийн бат бэхийг тооцох үед $x \leq \xi_R \cdot h_0$ нөхцөлийг хангахыг зөвлөнө.

Бүтээцлэлийн шаардлагаар эсвэл II бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоогоор суналтын арматурын талбайг $x \leq \xi_R \cdot h_0$ нөхцөлийг хангахад шаардагдах талбайнаас их гэж авсан бол хязгаарын гулзайлгах момент M_{uit} -г (8.4) эсвэл (8.7) томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрөх ба энд шахалтын бүсийн өндрийн утгыг $x = \xi_R \cdot h_0$ гэж орлуулна.

8.1.13 Тэгш хэмт арматурлалсан $R_s \cdot A_s = R_{sc} \cdot A'_s$ үед M_{uit} утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{uit} = R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - a') \quad (8.9)$$

Шахалтын бүсийн арматурыг бодолцоогүй ($A'_s = 0$) тооцох үед шахалтын бүсийн өндөр $x < 2a'$ байвал (8.9) томъёонд a' -н оронд $\frac{x}{2}$ утгыг орлуулна.

Төвийн бус шахалтын элементийн тооцоо

8.1.14 Тэгш өнцөгт огтлолтой төвийн бус шахалтын элементийн бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N \cdot e \leq R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s(h_0 - a'), \quad (8.10)$$

Энд: N - гадаад ачааллаас үүсэх дагуу хүч;

e -дагуу хүч N -ний үйлчлэлийн цэгээс суналтын эсвэл хамгийн бага шахалтын арматур (элементийн огтлол бүхэлдээ шахалтад байх үед)-ын огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай, үүнийг дараах томъёогоор олно.

$$e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2}; \quad (8.11)$$

Энд: η –элементийн даах чадварт дагуу гулзайлт (хотойлт)-ын нөлөөллийг бодолцсон илтгэлцүүр, үүнийг 8.1.15 -д зааснаар тодорхойлно;

e_0 - 8.1.7-д зааснаар тодорхойлно.

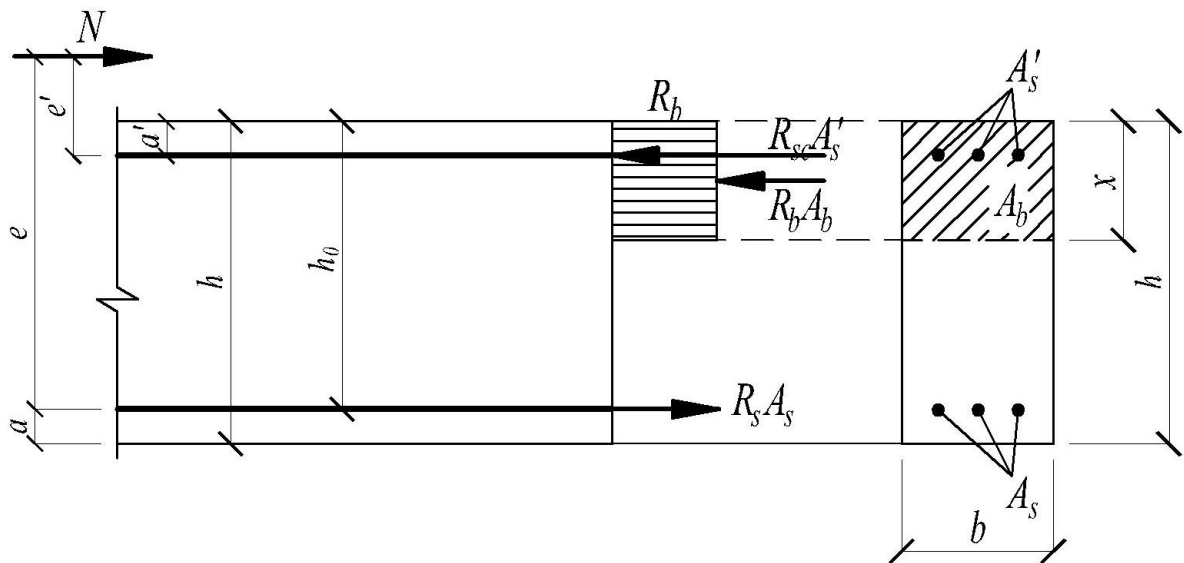
Шахалтын бүсийн өндөр x -ийг дараах байдлаар тодорхойлно. Үүнд:

а) $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ үед (8.3-р зураг) дараах томъёогоор

$$x = \frac{N + R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b}; \quad (8.12)$$

б) $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$ үед дараах томьёогоор

$$x = \frac{N + R_s \cdot A_s \cdot \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b + \frac{2 \cdot R_s \cdot A_s}{h \cdot (1 - \xi_R)}} \quad (8.13)$$



8.3-р зураг. Төвийн бус шахалтын төмөрбетон элементийн бат бэхийг тооцох үед түүний дагуу тэнхлэгт босоо огтлолын хүчдэлийн эпюр ба хүчлэлийн бүдүүвч.

8.1.15 Хэв гажаагүй бүдүүвчээр бүтээцийг тооцох үед η илтгэлцүүрийн утгыг дараах томьёогоор тодорхойлно.

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} \quad (8.14)$$

Энд: N - гадаад ачааллаас үүсэх дагуу хүч;

N_{cr} – нөхцөлт критик хүч, үүнийг дараах томьёогоор тодорхойлно.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{\ell_0^2} \quad (8.15)$$

Энд: D -төмөрбетон элементийн бат бэхийн хязгаарын үе шатан дахь элементийн хөшүүншил;

ℓ_0 -элементийн тооцооны урт, 8.1.17-д зааснаар тодорхойлно.

D -г дараах томьёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$D = k_b E_b I + k_s E_s I_s,$$

Энд: E_b, E_s - бетон ба арматурын харимхайн модуль;

I, I_s –элементийн хөндлөн огтлолын хүндийн төвтэй харьцуулсан бетон ба бүх дагуу арматурын огтлолын талбайн инерцийн момент;

$$k_b = \frac{0.15}{\varphi_l (0.3 + \delta_e)};$$

$$k_s = 0.7;$$

Энд: φ_l - ачааны удаан хугацааны үйлчлэлийн нөлөөг бодолцсон илтгэлцүүр

$$\varphi_l = 1 + \frac{M_{l1}}{M_1} \leq 2,0$$

M_1, M_{l1} – харгалзан нийт ачаалал болон тогтмол, удаан хугацааны түр ачааны үйлчлэлээр үүсэх, хамгийн их суналтын эсвэл хамгийн бага шахагдаж буй (огтлол бүхэлдээ шахагдах үед) арматурын шилбэний хүндийн төвд харьцуулсан момент;

δ_e - дагуу хүчний эксцентриситетийн харьцангуй утга $\delta_e = \frac{e_0}{2}$, үүнийг 0,15-аас багагүй, 1,5-аас ихгүй байхаар авна.

Бүтээцийг харимхай системийн адил тооцох замаар тооцооны огтлол дахь гулзайлгах моменты утгад хотойлтын үзүүлэх нөлөө, түүний хэв гажилтын шинж, элементийн уртын дагуух гулзайлгах моменты тархалтыг бодолцож η илтгэлцүүрийн утгыг багасгахыг зөвшөөрнө.

8.1.16 Гулзайлтын хавтгайд огтлолын эсрэг талуудад байрласан арматуртай, тэгш өнцөгт огтлолтой төвийн бус шахалтын элементийн бат бэхийн тооцоог дагуу хүчний эксцентриситет $e_0 \leq \frac{h}{30}$ ба туяншил $\frac{l_0}{h} \leq 20$ үед дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N \leq N_{ult} \quad (8.16)$$

Энд: N_{ult} – элементийн хүлээн авах дагуу хүчний хязгаарын утга, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N_{ult} = \varphi \cdot (R_b \cdot A + R_{sc} \cdot A_{s,tot}) \quad (8.17)$$

Энд: A - бетон огтлолын талбай;

$A_{s,tot}$ - элементийн огтлол дахь бүх дагуу арматурын талбай;

φ - дагуу гулзайлтын илтгэлцүүр, удаан хугацааны ачааллын үйлчлэлийн үед элементийн туяншил $\frac{l_0}{h}$ -аас хамааруулж 8.1-р хүснэгтээс, харин богино хугацааны ачаалал үйлчлэхэд $\frac{l_0}{h}=10$ үед $\varphi = 0,9$, $\frac{l_0}{h}=20$ үед $\varphi = 0,85$, завсрын утгуудыг шугаман хуулиар тодорхойлно.

8.1-р хүснэгт

Бетоны анги	$\frac{l_0}{h}$ үед φ -н утга			
	6	10	15	20
B20 - B55	0,92	0,9	0,83	0,7
B60	0,91	0,89	0,80	0,65
B80	0,90	0,88	0,79	0,64

8.1.17 Төвийн бус шахалтад элементийн тооцооны урт l_0 -ыг материалын харимхай бус хэв гажилт ба ан цавыг анхаарч, раман бүтээцийн элементийн адил түүний хэв гажсан төлөв байдлыг бодолцон тухайн элементийн хувьд ачааны хамгийн тааламжгүй байрлалын үед тодорхойлно.

Дагуу хүч үйлчилсэн тохиолдолд l уртын дагуу тогтмол огтлолтой элементийн тооцооны урт l_0 -ыг дараах байдлаар авна. Үүнд:

- хоёр төгсгөлдөө нугасан тулгууртай элементэд – $1,0l$;
- нэг төгсгөл нь хөшүүн бэхэлгээтэй (тулгуурын огтлолд эргэлт үүсэхгүй), нөгөө төгсгөл нь бэхэлгээгүй (консоль) элементэд – $2,0l$;
- нэг төгсгөл нь хөдөлгөөнгүй нугасан тулгууртай, нөгөө төгсгөл нь:

- хөшүүн (эргэлтгүй) бэхэлгээтэй элементэд – $0,7l$;
- харимтгай (хязгаарлагдмал эргэлтийг зөвшөөрөх) бэхэлгээтэй элементэд – $0,9l$;
- г) нэг төгсгөл нь харимтгай нугасан бэхэлгээтэй (тулгуурын хязгаарлагдмал шилжилтийг зөвшөөрөх) харин нөгөө төгсгөл нь:
 - хөшүүн (эргэлтгүй) бэхэлгээтэй элементэд – $1,5l$;
 - харимтгай (хязгаарлагдмал эргэлттэй) бэхэлгээтэй элементэд – $2,0l$;
- д) хоёр төгсгөлдөө хөдөлгөөнгүй бэхэлгээтэй элементэд:
 - хөшүүн (эргэлтгүй) – $0,5l$;
 - харимтгай (хязгаарлагдмал эргэлттэй) – $0,8l$;
- е) хоёр төгсгөл нь хязгаарлагдмал хөдөлгөөнтэй бэхэлгээтэй элементэд:
 - хөшүүн (эргэлтгүй) – $0,8l$;
 - харимтгай (хязгаарлагдмал эргэлттэй) – $1,2l$.

Төвийн суналтын элементийн тооцоо

8.1.18 Төвийн суналтын элементийн бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N \leq N_{ult} \quad (8.18)$$

Энд: N - гадаад ачааллаас үүсэх дагуу сунгах хүч;

N_{ult} - элементийн хүлээн авах дагуу хүчний хязгаарын утга, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N_{ult} = R_s \cdot A_{s,tot} \quad (8.19)$$

Энд: $A_{s,tot}$ - бүх дагуу арматурын огтлолын талбай;

Төвийн бус суналтын элементийн тооцоо

8.1.19 Тэгш өнцөгт огтлолтой төвийн бус суналтын элементийн бат бэхийн тооцоог дагуу хүч N -ний байрлалаас хамааруулж хийнэ. Үүнд:

а) хэрэв дагуу хүч N нь суналт ба шахалтын бүсийн арматурын тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлүүд S ба S' (8.4, а-р зураг)-ийн хооронд байрлаж байвал дараах нөхцөлөөр тооцоог хийнэ.

$$N \cdot e \leq M_{ult} \quad (8.20)$$

$$N \cdot e' \leq M'_{ult} \quad (8.21)$$

Энд: $N \cdot e$ ба $N \cdot e'$ – гадаад ачааллаас үүсэх хүчлэл;

M_{ult} ба M'_{ult} - огтлолын хүлээн авч чадах хязгаарын хүчлэл.

Хүчлэл M_{ult} ба M'_{ult} –ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{ult} = R_s \cdot A'_s (h_0 - a') \quad ; \quad (8.22)$$

$$M'_{ult} = R_s \cdot A_s (h_0 - a') \quad ; \quad (8.23)$$

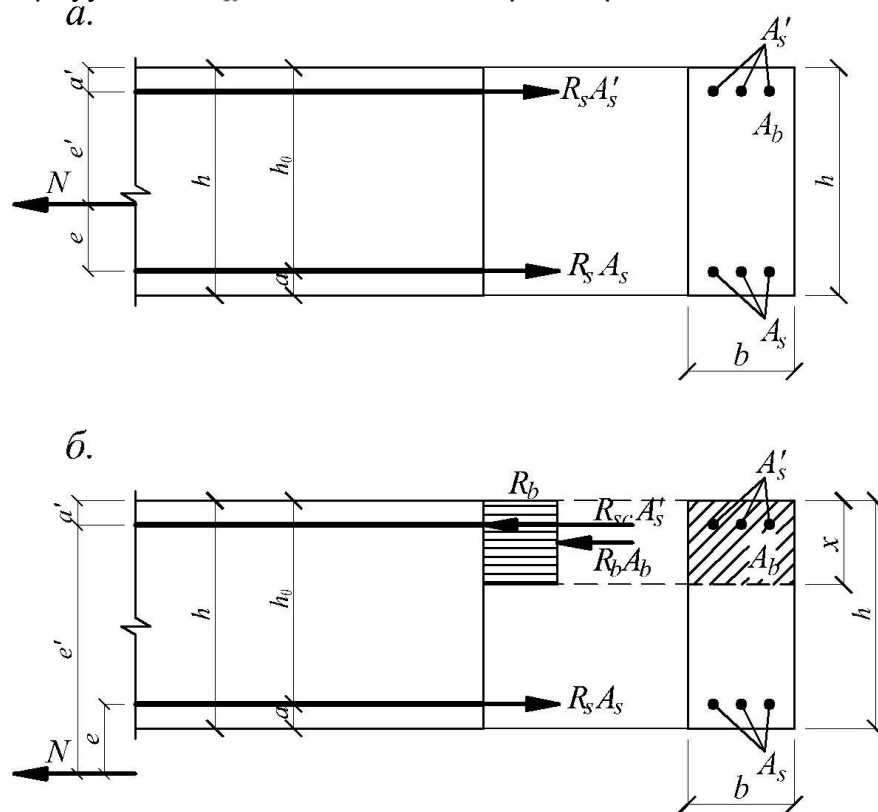
б) хэрэв дагуу хүч N нь суналт ба шахалтын бүсийн арматурын тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлүүд S ба S' -ийн (8.4,б-р зураг) хоорондох зайн гадна байрлаж байвал (8.20) нөхцөлөөр тооцно. Үүнд хязгаарын момент M_{ult} –ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s (h_0 - a'), \quad (8.24)$$

Энэ үед шахалтын бүсийн өндрийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s - N}{R_b \cdot b} \quad . \quad (8.25)$$

Хэрэв (8.25)-томьёогоор тооцож авсан утга $x > \xi_R \cdot h_0$ байвал (8.24) томьёонд $x = \xi_R \cdot h_0$ гэж орлуулах ба ξ_R -г 8.1.6-д зааснаар тодорхойлно.



а-Дагуу хүч арматурын тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлүүд S ба S'-ийн хооронд байрлах тохиолдол

б-Дагуу хүч арматурын тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлүүд S ба S'-ийн гадна байрлах тохиолдол

8.4-р зураг. Төвийн бус суналтын төмөрбетон элементийн бат

бэхийг дагуу хүч N-ний үйлчлэлд тооцох үеийн түүний дагуу тэнхлэгт босоо огтлолын хүчдэлийн эпюр ба хүчлэлийн бүдүүвч
Шугаман бус хэв гажилтын загварын үндсэн дээр босоо огтлолыг бат бэхээр тооцох

8.1.20 Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийг тооцох үед хүчлэл ба хэв гажилтыг элементийн огтлол дахь дотоод хүчлэлүүд ба гадаад хүчний тэнцвэрийн тэгшитгэл, түүнчлэн дараах таамгуудыг ашигласан шугаман бус хэв гажилтын загварын үндсэн дээр тодорхойлно. Үүнд:

- элементийн огтлолын өндрийн дагууд бетон ба арматурын харьцаат хэв гажилтын тархалтыг шугаман хуулиар авна (хавтгай огтлолын таамаглал);
- бетон ба арматурын тэнхлэгийн хүчдэл ба харьцаат хэв гажилтын хоорондын хамаарлыг бетон ба арматурын төлөв байдлын (хэв гажилтын) диаграмм хэлбэрээр авна;
- суналтын бүсийн бетоны эсэргүүцлийг $\varepsilon_{bi} \geq 0$ үед хүчдэл $\sigma_{bi} = 0$ гэж авч бодолцохгүй байхыг зөвшөөрнө. Зарим тодорхой тохиолдолд (тухайлбал, ан цавыг үл зөвшөөрөх гулзайлтын ба төвийн бус шахалтын бетон бүтээцэд) бат бэхийн тооцоог суналтын бетоны ажлыг бодолцон хийнэ.

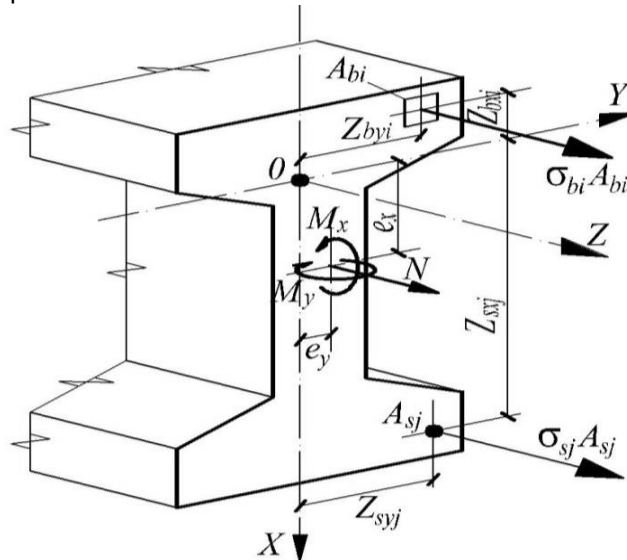
8.1.21 Босоо (нормаль) огтлолоор хүчдэлийг тоон интегралчлах замаар бетоны хүчдэлийн эпюрээс дотоод ерөнхий хүчлэлд шилжүүлнэ. Ингэхдээ босоо (нормаль) огтлолыг дараах жижиг хэсгүүдэд хуваана. Үүнд:

- жишүү төвийн бус шахалт (суналт) ба жишүү гулзайлтын үед- огтлолын өндөр ба өргөний дагууд;
- төвийн бус шахалт (суналт) болон элементийн хөндлөн огтлолын тэгш хэмийн тэнхлэгийн хавтгай дахь гулзайлтын үед- зөвхөн огтлолын өндрийн дагууд. Жижиг хэсгүүдийн хязгаарт хүчдэлийг жигд тархсанаар (дундажлан) авна.

8.1.22 Хэв гажилтын загвар ашигласан элементийн тооцоонд:

- дагуу шахах хүчний утга, мөн түүнчлэн шахах хүчдэл, бетон ба арматурын богиносолтын хэв гажилтыг “хасах” тэмдэгтэй;
- дагуу сунгах хүчний утга, мөн түүнчлэн сунгах хүчдэл, бетон ба арматурын уртсалтын хэв гажилтыг “нэмэх” тэмдэгтэй тус тус авна.

Арматурын шилбэ ба бетоны хуваасан жижиг хэсгүүдийн хүндийн төвийн, мөн түүнчлэн дагуу хүчний үйлчлэх цэгүүдийн координатын тэмдгийг тухайн ХОУ координатын системд нийцүүлэн авна. Ерөнхий тохиолдолд энэ координатын системийн эхлэлийг (8.5-р зураг дээрх 0 цэг) элементийн хөндлөн огтлолын хязгаар дотор дурын байрлалд авна.



8.5-р зураг. Төмөрбетон элементийн босоо (нормаль) огтлолын тооцооны бүдүүвч

8.1.23 Ерөнхий тохиолдолд босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийн тооцоонд (8.5-р зураг) дараах тэгшитгэлүүдийг ашиглана. Үүнд:

-элементийн босоо (нормаль) огтлолын дотоод хүчлэл ба гадаад хүчний тэнцвэрийн тэгшитгэл

$$M_x = \sum_i \sigma_{bi} A_{bi} Z_{bxi} + \sum_j \sigma_{sj} A_{sj} Z_{sxi}; \quad (8.26)$$

$$M_y = \sum_i \sigma_{bi} A_{bi} Z_{byi} + \sum_j \sigma_{sj} A_{sj} Z_{syi}; \quad (8.27)$$

$$N = \sum_i \sigma_{bi} A_{bi} + \sum_j \sigma_{sj} A_{sj}; \quad (8.28)$$

-элементийн огтлолд хэв гажилтын тархалтыг тодорхойлох тэгшитгэл

$$\epsilon_{bi} = \epsilon_0 + \frac{1}{r_x} Z_{bxi} + \frac{1}{r_y} Z_{byi}; \quad (8.29)$$

$$\epsilon_{sj} = \epsilon_0 + \frac{1}{r_x} Z_{sxi} + \frac{1}{r_y} Z_{syi}. \quad (8.30)$$

-бетон ба арматурын харьцаат хэв гажилт ба хүчдэлийн хамаарлын тэгшитгэл

$$\sigma_{bi} = E_b \cdot \nu_{bi} \cdot \epsilon_{bi}; \quad (8.31)$$

$$\sigma_{sj} = E_{sj} \cdot \nu_{sj} \cdot \epsilon_{sj}. \quad (8.32)$$

(8.26)-аас (8.32) тэгшитгэлд:

M_x, M_y - элементийн хөндлөн огтлолын хязгаарт байрлах, тухайн координатын тэнхлэгүүдтэй харьцангуйгаар гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах моментууд (харгалзан Х0Z, Y0Z эсвэл тэдгээртэй параллель орших хавтгайд үйлчлэх)-ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_x = M_{xd} + N \cdot e_x; \quad (8.33)$$

$$M_y = M_{yd} + N \cdot e_y; \quad (8.34)$$

Энд: M_{xd}, M_{yd} - бүтээцийн статик тооцоогоор тодорхойлсон харгалзах хавтгайнуудад гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент;
 N - гадаад ачааллаас үүсэх дагуу хүч;

e_x, e_y - дагуу хүч N -ий үйлчлэх цэгээс харгалзах тухайн тэнхлэг хүртэлх зай;

$A_{bi}, Z_{bxi}, Z_{byi}, \sigma_{bi}$ - бетоны i -р хэсгийн талбай, хүндийн төвийн координатууд ба мөн хүндийн төвийн түвшин дэх хүчдэл;

$A_{sj}, Z_{sxi}, Z_{syj}, \sigma_{sj}$ - арматурын j -р шилбэний хөндлөн огтлолын талбай, хүндийн төвийн координатууд ба хүчдэл;

ε_0 - сонгосон тэнхлэгүүдийн огтлолцол (0 цэгт) дээр байрлах судлын харьцаат хэв гажилт;

$\frac{1}{r_x}, \frac{1}{r_y}$ - гулзайлгах момент (M_x ба M_y)-ын үйлчлэлийн хавтгайд, элементийн авч үзэж буй хөндлөн огтлолд дагуу тэнхлэгийн мурийлтууд;

E_b - бетоны анхны харимхайн модуль;

E_{sj} - арматурын j -ээр шилбэний харимхайн модуль;

v_{bi} - i -дугаар хэсгийн бетоны харимхайн илтгэлцүүр;

v_{sj} - арматурын j -ээр шилбэний харимхайн илтгэлцүүр.

Илтгэлцүүрүүд v_{bi} ба v_{sj} -ийг бетон ба арматурын төлөв байдлын харгалзах диаграммаар авна (6.1.19, 6.2.13).

Илтгэлцүүр v_{bi} ба v_{sj} -ийн утгуудыг тооцоонд хэрэглэх бетон ба арматурын төлөв байдлын харгалзах диаграммд авч үзэж байгаа цэгүүдийн хувьд хүчдэл ба хэв гажилтын утгын харьцааг бетоны харимхайн модуль E_b болон арматурын харимхайн модуль E_s -д хуваах байдлаар (8.35), (8.36) томъёогоор тодорхойлно (бетоны төлөв байдлын хоёр шугамт диаграммд-шахалтын бетоны хэв гажилтын хөрвүүлсэн модуль $E_{b,red}$ -ээр). Энэ үед диаграммын авч үзэж байгаа хэсэгт "хүчдэл - хэв гажилт"-ын (6.5) - (6.9), (6.14), (6.15) хамаарлыг ашиглана.

$$v_{bi} = \frac{\sigma_{bi}}{E_b \cdot \varepsilon_{bi}}; \quad (8.35)$$

$$v_{sj} = \frac{\sigma_{sj}}{E_{sj} \cdot \varepsilon_{sj}} \quad (8.36)$$

Хэв гажаагүй бүдүүвчээр хийх бүтээцийн статик тооцоонд M_x, M_y утгуудыг 8.1.2-т зааснаар хотоилтын нөлөөг бодолцон тодорхойлно.

8.1.24 Төмөрбетон элементийн босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$|\varepsilon_{b,max}| \leq \varepsilon_{b,ult}; \quad (8.37)$$

$$\varepsilon_{s,max} \leq \varepsilon_{s,ult}; \quad (8.38)$$

Энд: $\varepsilon_{b,max}$ - гадаад ачааллын үйлчлэлээс элементийн босоо (нормаль) огтлол дахь бетоны хамгийн их шахагдсан судал (волокна)-ын харьцаат хэв гажилт;

$\varepsilon_{s,max}$ - гадаад ачааллын үйлчлэлээс элементийн босоо (нормаль) огтлолд хамгийн их суналтанд ажиллах арматурын шилбэний харьцаат хэв гажилт;

$\varepsilon_{b,ult}$ - бетоны шахалтын үеийн харьцаат хэв гажилтын хязгаарын утга, үүнийг 8.1.30-д зааснаар авна;

$\varepsilon_{s,ult}$ - арматурын уртсалтын харьцаат хэв гажилтын хязгаарын утга, үүнийг 8.1.30-д зааснаар авна.

8.1.25 Хоёр чиглэлийн гулзайлгах момент, дагуу хүч үйлчлэх төмөрбетон элементэд (8.5-р зураг) дурын хэлбэртэй босоо (нормаль) огтлол дахь бетоны хэв гажилт $\varepsilon_{b,max}$ ба арматурын хэв гажилт $\varepsilon_{s,max}$ -ыг (8.29) ба (8.30) тэгшитгэлүүдийг ашиглаж, (8.39) - (8.41) тэгшитгэлүүдийн системийн шийдээс тодорхойлно.

$$M_x = D_{11} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{12} \cdot \frac{1}{r_y} + D_{13} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.39)$$

$$M_y = D_{12} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{22} \cdot \frac{1}{r_y} + D_{23} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.40)$$

$$N = D_{13} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{23} \cdot \frac{1}{r_y} + D_{33} \cdot \varepsilon_0. \quad (8.41)$$

Тэгшитгэлийн систем (8.39) - (8.41) -д байгаа хөшүүншлийн үзүүлэлтүүд $D_{ij} (i, j = 1, 2, 3)$ -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$D_{11} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.42)$$

$$D_{22} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{byi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{syj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.43)$$

$$D_{12} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi} \cdot Z_{byi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj} \cdot Z_{syj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj}; \quad (8.44)$$

$$D_{13} = \sum_i A_{bi} Z_{bxi} E_b v_{bi} + \sum_j A_{sj} Z_{sxj} E_{sj} v_{sj}; \quad (8.45)$$

$$D_{23} = \sum_i A_{bi} Z_{byi} E_b v_{bi} + \sum_j A_{sj} Z_{syj} E_{sj} v_{sj}; \quad (8.46)$$

$$D_{33} = \sum_i A_{bi} E_b v_{bi} + \sum_j A_{sj} E_{sj} v_{sj}. \quad (8.47)$$

Томъёоны тэмдэглэгээний тайлбарыг 8.1.23-аас үз.

8.1.26 Төмөрбетон элементэд зөвхөн хоёр чиглэлийн гулзайлгах момент M_x ба M_y (жишүү гулзайлт) үйлчлэх үед (8.41) тэгшитгэлд дагуу хүчийг $N=0$ гэж авна.

8.1.27 Хөндлөн огтлолын тэгш хэмийн хавтгайд төвийн бус шахалтад буй, мөн X тэнхлэг нь энэ хавтгайд байрлаж байх төмөрбетон элементийн хувьд (8.39)-(8.41) тэгшитгэлүүдэд $M_y=0$ ба $D_{12}=D_{22}=D_{23}=0$ гэж авна. Энэ тохиолдолд тэнцвэрийн тэгшитгэл дараах хэлбэртэй байна.

$$M_x = D_{11} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{13} \cdot \varepsilon_0; \quad (8.48)$$

$$N = D_{13} \cdot \frac{1}{r_x} + D_{33} \cdot \varepsilon_0. \quad (8.49)$$

8.1.28 Хөндлөн огтлолын тэгш хэмийн хавтгайд гулзайлтад ажиллаж буй, мөн X тэнхлэг нь энэ хавтгайд байрлаж байх төмөрбетон элементийн хувьд (8.39)-(8.41) тэгшитгэлүүдэд $N=0$, $M_y=0$, $D_{12}=D_{22}=D_{23}=0$ гэж авна. Энэ тохиолдолд тэнцвэрийн тэгшитгэл дараах хэлбэртэй байна.

$$M_x = D_{11} \frac{1}{r_x} + D_{13} \varepsilon_0; \quad (8.50)$$

$$0 = D_{13} \frac{1}{r_x} + D_{33} \varepsilon_0. \quad (8.51)$$

8.1.29 Төвийн бус шахалтын бетон элементийн босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийн тооцоог элементийн хөндлөн огтлолын хязгаар дотор дагуу шахах хүч байрлах үед 8.1.24-8.1.28-д заасны дагуу (8.37) нөхцөлөөр хийнэ. Ингэхдээ D_{ij} -г тодорхойлох (8.42)-(8.47) томъёонд арматурын хөндлөн огтлолын талбайг $A_{sj} = 0$ гэж авна.

Ан цав үл зөвшөөрөх гулзайлт ба төвийн бус шахалтын бетон элементийн хувьд, хөндлөн огтлолын суналтын бетоны ажлыг бодолцож дараах нөхцөлөөр тооцоог хийнэ.

$$\varepsilon_{bt,max} \leq \varepsilon_{bt,ult} \quad , \quad (8.52)$$

Энд: $\varepsilon_{bt,max}$ –гадаад ачааллын үйлчлэлээс элементийн босоо (нормаль) огтлол дахь бетоны хамгийн их сунаж буй судал (волокна)-ын харьцаат хэв гажилт, 8.1.25-8.1.28-ын дагуу тодорхойлно;

$\varepsilon_{bt,ult}$ - суналтын үеийн бетоны харьцаат хэв гажилтын хязгаарын утга, 8.1.30-д зааснаар авна.

8.1.30 Элементийн бетоны (гулзайлт, их эксцентриситеттэй суналт эсвэл төвийн бус шахалт) хөндлөн огтлолд хэв гажилтын хоёр тэмдэгт (шахалт ба суналт) эпюртэй үед бетоны харьцаат хэв гажилтын хязгаарын утга $\varepsilon_{b,ult}(\varepsilon_{bt,ult})$ -ыг $\varepsilon_{b2}(\varepsilon_{bt2})$ - тэй тэнцүү авна.

Элементийн төвийн бус шахалт эсвэл суналт болон элементийн бетоны хөндлөн огтлолд зөвхөн нэг тэмдэгтэй хэв гажилт тархах үед бетоны харьцаат хэв гажилтын хязгаарын утга $\varepsilon_{b,ult}(\varepsilon_{bt,ult})$ –ыг элементийн огтлолын эсрэг ирмэгүүд дээрх бетоны хэв гажилтын ε_1 ба ε_2 ($|\varepsilon_2| \geq |\varepsilon_1|$) харьцаанаас хамааруулж дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\varepsilon_{b,ult} = \varepsilon_{b2} - (\varepsilon_{b2} - \varepsilon_{b0}) \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad ; \quad (8.53)$$

$$\varepsilon_{bt,ult} = \varepsilon_{bt2} - (\varepsilon_{bt2} - \varepsilon_{bt0}) \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad , \quad (8.54)$$

Энд: ε_{b0} , ε_{bt0} , ε_{b2} , ε_{bt2} – бетоны төлөв байдлын тооцооны диаграммын хэв гажилтын параметрууд (6.1.14, 6.1.20, 6.1.22).

Арматурын харьцаат хэв гажилтын хязгаарын утга $\varepsilon_{s,ult}$ –ыг дараах байдлаар авна. Үүнд:

0,025 - бодит урсгалтын хязгаартай арматурт;

0,015 - нөхцөлт урсгалтын хязгаартай арматурт.

Төмөрбетон элементийн бат бэхийг хөндлөн хүчний үйлчлэлд тооцох

Нийтлэг үндэслэл

8.1.31 Төмөрбетон элементийн бат бэхийг хөндлөн хүчний үйлчлэлд налуу огтлолын загварын үндсэн дээр тооцно.

Налуу огтлолын загвараар тооцох үед элементийн бат бэх нь хөндлөн хүчний үйлчлэлд налуу огтлол ба налуу огтлолуудын хоорондох зурвасаар, түүнчлэн моментын үйлчлэх үед налуу огтлолоор тус тус хангагдах ёстой.

Налуу зурвасын бат бэх нь налуу зурвасын дагуух шахах хүчлэл ба налуу зурвастай огтлолцох хөндлөн арматурын сунгах хүчлэлийн үйлчлэлд орших энэхүү зурвасын хүлээн авч чадах хөндлөн хүчний хамгийн их утгаар тодорхойлогдоно. Энэ тохиолдолд бетоны бат бэх нь налуу зурвас дахь нийлмэл хүчдэлт төлөвийн нөлөөг бодолцсон бетоны тэнхлэгийн дагуух шахалтын эсэргүүцлээр тодорхойлогдоно.

Хөндлөн хүчний үйлчлэлд налуу огтлолын тооцоог элементийн дагуу тэнхлэг дээрх C -проекцийн урттай налуу огтлолд үйлчлэх дотоод ба гадаад хөндлөн хүчний тэнцвэрийн тэгшитгэлийн үндсэн дээр хийнэ. Дотоод хөндлөн хүч нь налуу огтлол дахь бетоны хүлээн авах хөндлөн хүч болон уг налуу огтлолоор дайрах хөндлөн

арматуруудын хүлээн авч байгаа хүчнүүдээс тогтоно. Энэ үед бетон ба хөндлөн арматурын хүлээн авч байгаа хөндлөн хүчийг налуу огтлолын C -проекцийн уртыг бодолцон бетон ба хөндлөн арматурын суналтын эсэргүүцлээр тодорхойлно.

Моментын үйлчлэл дэх налуу огтлолын тооцоог элементийн дагуу тэнхлэг дээрх C проекцийн урттай налуу огтлолд үйлчлэх гадаад ба дотоод хүчнээс үүсэх моментын тэнцвэрийн тэгшитгэлийг үндэслэн хийнэ. Дотоод хүчний момент нь налуу огтлолоор дайрах дагуу суналтын арматур ба мөн огтлолоор дайрах хөндлөн арматурын хүлээн авах моментуудаас тогтоно. Энэ үед дагуу ба хөндлөн арматурын хүлээн авч байгаа моментыг налуу огтлолын хэвтээ проекцын урт C -г бодолцон, дагуу ба хөндлөн арматурын суналтын эсэргүүцлээр тодорхойлно.

*Төмөрбетон элементийн налуу огтлолуудын хоорондох
бетон зурвасын тооцоо*

8.1.32 Гулзайлтын төмөрбетон элементийн налуу огтлолуудын хоорондох бетон зурвасын бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$Q \leq \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 \quad (8.55)$$

Энд: Q - элементийн босоо (нормаль) огтлол дахь хөндлөн хүч;

φ_{b1} – илтгэлцүүр, үүнийг 0,3-тэй тэнцүүгээр авна.

*Хөндлөн хүчний үйлчлэл дэх төмөрбетон элементийн налуу
огтлолын тооцоо*

8.1.33 Гулзайлтын элементийн налуу огтлолын тооцоог (8.6-р зураг) дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} \quad (8.56)$$

Энд: Q -элементийн дагуу тэнхлэг дээр C проекцийн урттай налуу огтлол дахь хөндлөн хүч, үүнийг авч үзэж буй налуу огтлолоос нэг талд байрлах нийт гадаад хүчнээс тодорхойлно; энэ үед налуу огтлолын хязгаар доторх хамгийн аюултай ачааллыг бодолцоно;

Q_b - налуу огтлол дахь бетоны хүлээн авах хөндлөн хүч;

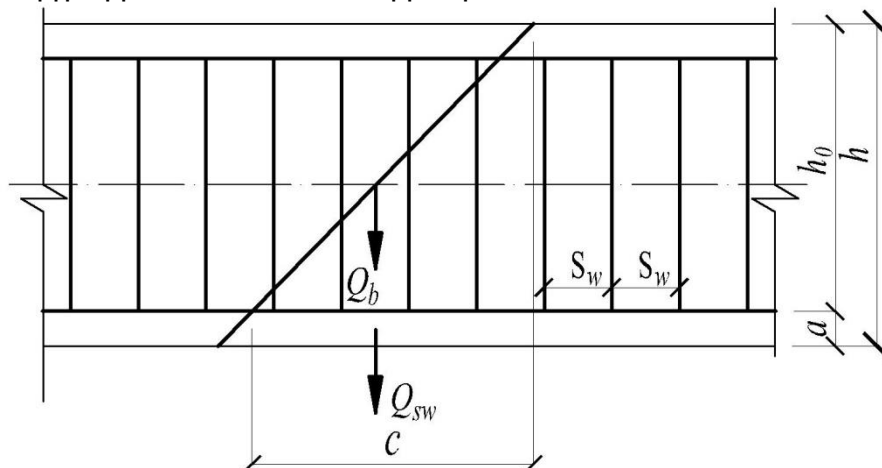
Q_{sw} - налуу огтлол дахь хөндлөн арматурын хүлээн авах хөндлөн хүч.

Хөндлөн хүч Q_b -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c} \quad (8.57)$$

Гэхдээ хөндлөн хүч Q_b -ийг $2,5R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ -ээс ихгүй, $0,5R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ -оос багагүйгээр авна.

φ_{b2} – илтгэлцүүр, үүнийг 1,5-тэй тэнцүүгээр авна.



8.6-р зураг. Төмөрбетон элементийг хөндлөн хүчний үйлчлэлд налуу огтлолоор тооцох үеийн хүчлэлийн бүдүүвч

Элементийн дагуу тэнхлэгт эгц хөндлөн арматурын Q_{sw} -хүчлэлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_{sw} = \varphi_{sw} q_{sw} c \quad (8.58)$$

Энд: φ_{sw} – илтгэлцүүр, үүнийг 0,75-тай тэнцүүгээр авна;

q_{sw} - элементийн нэгж урт дахь хөндлөн арматурын хүчлэл, үүнийг дараах томъёогоор олно.

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_{sw}} \quad (8.59)$$

Тооцоог элементийн уртын дагуух налуу огтлолын эгнээний хувьд хамгийн аюултай C проекцын уртад хийнэ. Энэ үед (8.58) томъёоны C проекцын уртыг $1,0h_0$ -с багагүй, $2,0h_0$ ихгүй байхаар авна.

Гадаад ачааллаас үүсэх хөндлөн хүчийг тодорхойлох үед налуу огтлолыг авч үзэхгүйгээр налуу огтлолын тооцоог дараах нөхцөлөөр хийхийг зөвшөөрнө.

$$Q_1 \leq Q_{b1} + Q_{sw,1} \quad (8.60)$$

Энд: Q_1 - босоо (нормаль) огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх хөндлөн хүч;

$$Q_{b1} = 0,5R_{bt} \cdot b \cdot h_0 \quad (8.61)$$

$$Q_{sw,1} = q_{sw} \cdot h_0 \quad (8.62)$$

Хөндлөн хүч Q_1 -ийг бодолцож байгаа босоо (нормаль) огтлолын байрлал нь тулгуураас $2,5h_0$ -с бага a зайд байрлаж байвал (8.60) нөхцөлийн тооцоог хийхдээ (8.61) томъёогоор тодорхойлох Q_{b1} утгыг $\frac{2,5}{a/h_0}$ -тай тэнцүү илтгэлцүүрээр үржүүлэх боловч Q_{b1} утгыг $2,5R_{bt} \cdot b \cdot h_0$ -с ихгүйгээр авна.

Хөндлөн хүч Q_1 -ийг бодолцож байгаа босоо (нормаль) огтлолын байрлал нь h_0 -с бага a зайд байхад (8.60) нөхцөлийн тооцоог хийхдээ (8.62) томъёогоор тодорхойлох $Q_{sw,1}$ утгыг $\frac{a}{h_0}$ -тай тэнцүү илтгэлцүүрээр үржүүлнэ.

Хэрэв дараах нөхцөл биелбэл тооцоонд хөндлөн арматурыг бодолцоно.

$$q_{sw} \geq 0,25R_{bt}b$$

Дээрх нөхцөл биелэгдэхгүй үед, хэрэв (8.56) нөхцөл дэх Q_b утгыг доорх томъёогоор тодорхойлж байгаа бол хөндлөн арматурыг бодолцон тооцохыг зөвшөөрнө. Q_b утгыг авахдаа (8.57) томъёонд тавигдсан хязгаарыг баримтална.

$$Q_b = 4\varphi_{b2} \cdot h_0^2 \cdot q_{sw} / C$$

Тооцоонд авах хөндлөн арматурын алхам $\frac{s_w}{h_0}$ нь $\frac{s_{w,max}}{h_0} = \frac{R_{bt}bh_0}{Q}$ утгаас хэтрэхгүй байна.

Хөндлөн арматургүй эсвэл дээрх шаардлагууд мөн түүнчлэн 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлага хангагдаагүй үед Q_{sw} эсвэл $Q_{sw,1}$ хүчлэлийг тэгтэй тэнцүүгээр авч, (8.56) эсвэл (8.60) нөхцөлөөр тооцоог хийнэ.

Хөндлөн арматурыг 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлагад нийцүүлнэ.

8.1.34 Налуу огтлолуудын хоорондох зурвасын болон налуу огтлолын тооцоонд шахах ба сунгах хүчдэлийн нөлөөг (8.55), (8.57) эсвэл (8.61) нөхцөлийн баруун хэсгийг φ_n илтгэлцүүрээр үржүүлж бодолцоно.

Илтгэлцүүр φ_n -ийн утгыг урьдчилан хүчитгээгүй арматуртай гулзайлтын бүтээцэд 1-тэй тэнцүү авна. Бусад тохиолдолд φ_n илтгэлцүүрийн утгыг дараах байдлаар авна. Үүнд:

-дагуу шахалтын хүчний үйлчлэлд

$$\sigma_{cp} \leq 0,25R_b \quad \text{үед} \quad \varphi_n = 1 + \frac{\sigma_{cp}}{R_b};$$

$$0,25R_b < \sigma_{cp} \leq 0,5R_b \quad \text{үед} \quad \varphi_n = 1,25;$$

$$0,5R_b < \sigma_{cp} \quad \text{үед} \quad \varphi_n = 2,5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{R_b}\right) \geq 0$$

-дагуу суналтын хүчний үйлчлэлд

$$\varphi_n = 1 - \frac{\sigma_{cp}}{2R_{bt}}$$

Энд: σ_{cp} –дагуу хүчний үйлчлэлээс бетонд үүсэх дундаж шахах хүчдэл, эдгээрийг эерэг утгатай авна. Үүнийг шугаман бус хэв гажилтын загварт үндэслэн тооцож олох эсвэл доорх томъёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_{cp} = \frac{N}{A_{red}};$$

Энд: A_{red} – суналт болон шахалтын бетоны харимхай бус шинжийг бодолцож тодорхойлох хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын талбай.

$$A_{red} = A - \frac{\alpha}{v_b} A_s;$$

v_b – суналт болон шахалтын бетоны харимхайн илтгэлцүүр.

Хэмжээс A_{red} тодорхойлохдоо v_b –ийн утгыг дараах утгатай тэнцүүгээр авна. Үүнд:

-дагуу шахалтын хүчний үйлчлэлд

$$v_b = \frac{R_b}{\varepsilon_{b0} \cdot E_b};$$

-дагуу суналтын хүчний үйлчлэлд

$$v_b = v_{bt} = \frac{R_{bt}}{\varepsilon_{bt0} \cdot E_b};$$

Энд: $\varepsilon_{b0}, \varepsilon_{bt0}$ – удаан хугацааны үйлчлэлгүй ачааны үйлчлэлд 6.1.14 дагуу авна.

Дагуу арматурчлалын хувь 3% -иас ихгүй үед арматурыг бодолцохгүйгээр σ_{cp} утгыг тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

Төмөрбетон элементийг моментын үйлчлэлд налуу огтлолоор тооцох

8.1.35 Төмөрбетон элементийг моментын үйлчлэлд налуу огтлолоор (8.7-р зураг) дараах нөхцөлөөр тооцно.

$$M \leq M_s + M_{sw} \quad (8.63)$$

Энд: M - элементийн дагуу тэнхлэг дээрх хэвтээ проекцын c урттай налуу огтлолд үүсэх момент. Үүнийг авч үзэж буй налуу огтлолын нэг талд байрлах нийт гадаад хүчнээс, налуу огтлол дахь моментын үйлчлэлээр сунаж буй дагуу арматурын байрласан төгсгөлийн нөгөө төгсгөлд байх O цэгтэй (8.7-р зурагт үзүүлсэн) харьцангуйгаар

тодорхойлно. Энэ үед налуу огтлолын хязгаарт байх хамгийн аюултай ачааллыг бодолцоно.

M_s - налуу огтлолын эсрэг орших төгсгөлийн O цэгтэй харьцангуй, налуу огтлолоор дайрсан дагуу арматурын хүлээж авах момент;

M_{sw} - налуу огтлолын эсрэг орших төгсгөлийн O цэгтэй харьцангуй, налуу огтлолоор дайрсан хөндлөн арматурын хүлээж авах момент.

M_s моментыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_s = N_s \cdot z_s \quad (8.64)$$

Энд: N_s - суналтын дагуу арматурын хүчлэл, үүнийг $R_s \cdot A_s$ -тэй тэнцүүгээр авч, харин тээглүүрийн (анкерчилгааны) бүсэд 10.3.21-10.3.28 -д зааснаар тодорхойлно.

z_s -дотоод хос хүчний мөр, үүнийг $z_s = 0,9h_0$ гэж авахыг зөвшөөрнө.

Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо байрлалтай хөндлөн арматурын хүлээж авах

M_{sw} моментыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

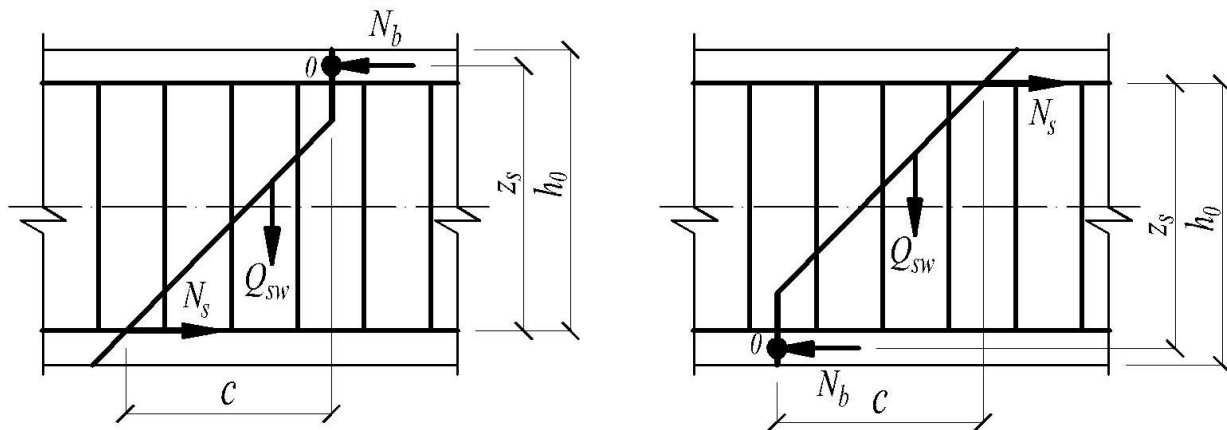
$$M_{sw} = 0.5Q_{sw} \cdot c \quad (8.65)$$

Энд: Q_{sw} - хөндлөн арматурын хүчлэл, үүнийг $q_{sw} \cdot C$ -тэй тэнцүүгээр авна.

q_{sw} - (8.59) томъёогоор тодорхойлно. Харин c -г $1.0h_0$ -с $2.0h_0$ хүртэл хязгаарт байхаар авна.

Элементийн уртын дагууд төгсгөл хэсэгт болон арматурын таслах байрлалд байрлах налуу огтлолын тооцоог дээр заасан хязгаарт авсан налуу огтлолын проекцын хамгийн аюултай C урттай үед хийнэ.

Налуу огтлолын тооцоонд (8.63) нөхцөлөөр уг огтлол дахь M моментыг тодорхойлохдоо элементийн дагуу тэнхлэг дэх хэвтээ проекцын C урт нь $2,0h_0$ -той тэнцүү, харин M_{sw} моментыг $0,5q_{sw} \cdot h_0^2$ - тай тэнцүү авахыг зөвшөөрнө.



8.7-р зураг. Төмөрбетон элементийг моментын үйлчлэлд налуу огтлолоор тооцох үеийн хүчлэлийн бүдүүвч

Төмөрбетон элементийн бат бэхийг мушгих моментын үйлчлэлд тооцох Нийтлэг үндэслэл

8.1.36 Тэгш өнцөгт огтлолтой төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоог мушгих моментын үйлчлэлд орон зайн огтлолын загварт үндэслэн хийнэ.

Орон зайн огтлолын загварын тооцоонд шулуун налуу хэрчмээр үүсгэсэн огтлолыг авч үзнэ. Огтлол үүсгэж буй хэрчмүүдийн 3 нь элементийн суналтад буй ирмэгүүдэд, дөрөв дэх нь огтлолыг битүүлэх шахалтын ирмэгийн хэрчим байна.

Мушгих моментын үйлчлэл дэх төмөрбетон элементийн тооцоог орон зайн огтлолуудын хоорондох элементийн бат бэх болон орон зайн огтлолын бат бэхээр хийнэ.

Орон зайн огтлолуудын хоорондох бетоны бат бэхийг тус огтлолуудын хоорондох бетоны хүчдэлт төлөвийг бодолцсон бетоны тэнхлэгийн шахалтын бат бэхээр тодорхойлох мушгих моментын хамгийн их утгаар тогтооно.

Орон зайн огтлолоор хийх тооцоог элементийн орон зайн огтлолын шахалтын бүсийн төвийг дайрсан тэнхлэгт харьцуулсан нийт дотоод ба гадаад хүчний тэнцвэрийн тэгшитгэлийн үндсэн дээр хийнэ. Дотоод момент нь элементийн тэнхлэгийн дагууд байрлах арматурын хүлээж авах момент, орон зайн огтлолоор өнгөрөх болон уг огтлолын суналтын бүсэд, элементийн шахалтын бүсийн эсрэг байрлах суналтын ирмэгт, элементийн тэнхлэгт хөндлөн байрлах арматурын хүлээн авах моментоос бүрдэнэ. Энэ үед арматурын хүлээн авах хүчлэлийг дагуу ба хөндлөн арматурын харгалзах суналтын эсэргүүцлийн тооцооны утгаар тодорхойлно.

Тооцоонд орон зайн огтлолын шахалтын бүсийг элементийн доод, дээд, хажуу талуудад авсан орон зайн огтлолын бүх байрлалыг авч үзнэ.

Мушгих ба гулзайлгах момент, түүнчлэн мушгих момент болон хөндлөн хүчний хамтарсан үйлчлэлийн тооцоог харгалзах хүчнүүдийн хүчин зүйлсийн хоорондох харилцан үйлчлэлийн тэгшитгэлийг үндэслэн хийнэ.

Мушгих моментын үйлчлэлд тооцох

8.1.37 Орон зайн огтлолуудын хоорондох элементийн бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$T \leq 0.1R_b \cdot b^2 \cdot h \quad (8.66)$$

Энд: T - элементийн босоо огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх мушгих момент
 b, h - элементийн хөндлөн огтлолын харгалзах их ба бага хэмжээ

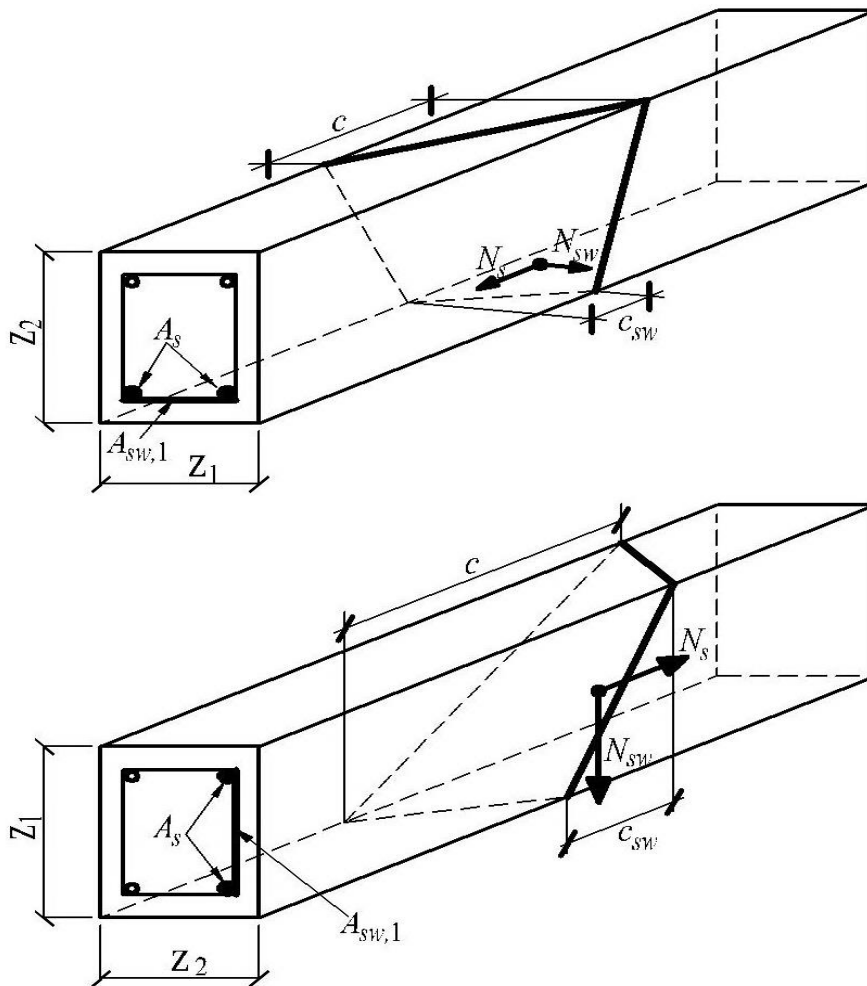
8.1.38 Орон зайн огтлолын бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ (8.8-р зураг).

$$T \leq T_{sw} + T_s \quad (8.67)$$

Энд: T - орон зайн огтлолын нэг талаар байрлах бүх гадаад хүчнээс орон зайн огтлолд үүсэх мушгих момент;

T_{sw} - элементийн тэнхлэгт харьцангуй хөндлөн чиглэлд байрлах, орон зайн огтлолын арматурын хүлээн авах мушгих момент;

T_s - дагуу чиглэлд байрлах, орон зайн огтлолын арматурын хүлээн авах мушгих момент.



(дээд зураг) элементийн доод ирмэгийн суналтын арматур,
(доод зураг) элементийн хажуу ирмэгийн суналтын арматур
8.8-р зураг. Мушгих моментыг үйлчлэлийн тооцоонд орон зайн огтлолд үүсэх хүчлэлийн бүдүүвч

Хөндлөн ба дагуу арматурын (8.67) нөхцөлд бодолцсон хүчлэлүүдийн хоорондох харьцааны утгыг доор үзүүлэв.

Мушгих момент T_{sw} -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$T_{sw} = 0.9 N_{sw} Z_2 \quad (8.68)$$

Мушгих момент T_s -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$T_s = 0.9 N_s \frac{Z_1}{c} \cdot Z_2 \quad (8.69)$$

Энд: N_{sw} -хөндлөн чиглэлд байрласан арматурын хүчлэл; элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) арматурын хувьд N_{sw} -хүчлэлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N_{sw} = q_{sw,1} \cdot C_{sw} \quad (8.70)$$

$q_{sw,1}$ -элементийн нэгж урт дахь энэхүү арматурын хүчлэл, үүнийг олохдоо:

$$q_{sw,1} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw,1}}{s_w} \quad (8.71)$$

$A_{sw,1}$ -хөндлөн чиглэлд байрлах арматурын хөндлөн огтлолын талбай;

s_w -энэхүү арматурын алхам;

C_{sw} – элементийн дагуу тэнхлэг дээрх орон зайн огтлолын суналтын талын проекцын урт

$$C_{sw} = \delta \cdot C \quad (8.72)$$

δ - хөндлөн огтлолын хэмжээснүүдийн харьцааг бодолцсон илтгэлцүүр

$$\delta = \frac{Z_1}{2Z_2 + Z_1} \quad (8.73)$$

C - элементийн дагуу тэнхлэг дээр орон зайн огтлолын шахалтын талын проекцийн урт;

N_s - элементийн авч үзэж буй ирмэгт байрласан дагуу арматурын хүчлэл

$$N_s = R_s \cdot A_{s,1} \quad (8.74)$$

$A_{s,1}$ - элементийн авч үзэж буй ирмэгт байрласан дагуу арматурын хөндлөн огтлолын талбай;

Z_1, Z_2 - элементийн авч үзэж буй суналтын ирмэг дэх хөндлөн огтлолын талын урт ба элементийн хөндлөн огтлолын нөгөө талын урт.

$\frac{q_{sw,1} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,1}}$ -н харьцаа нь 0.5-с 1.5 хүртэлх хязгаарт байна. Энэ $\frac{q_{sw,1} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,1}}$ -н утга нь

заасан хязгаараас хэтэрсэн тохиолдолд $\frac{q_{sw,1} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,1}}$ утга заасан хязгаарт байх үеийн арматурын (дагуу эсвэл хөндлөн) тоог тооцоонд бодолцоно.

Элементийн уртын дагуу байрлах орон зайн хэд хэдэн огтлолын хувьд элементийн дагуу тэнхлэг дээрх орон зайн огтлолын хамгийн аюултай C проекцийн урттай үед тооцоог хийнэ. Энэ үед C утгыг $2Z_2 + Z_1$ болон $Z_1 \sqrt{\frac{2}{\delta}}$ -с ихгүйгээр авна.

Гадаад ачааллаас үүсэх мушгих моментыг тодорхойлох үед орон зайн огтлолыг авч үзэхгүйгээр мушгих моментыг үйлчлэлд тооцоог дараах нөхцөлөөр хийхийг зөвшөөрнө.

$$T_1 \leq T_{sw,1} + T_{s,1} \quad (8.75)$$

Энд: T_1 - элементийн нормаль огтлол дахь мушгих момент;

$T_{sw,1}$ - элементийн авч үзэж буй ирмэгт байрлах хөндлөн чиглэл дэх арматурын хүлээн авах мушгих момент, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$T_{sw,1} = q_{sw,1} \cdot \delta \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (8.76)$$

$T_{s,1}$ - элементийн авч үзэж буй ирмэгт байрлах дагуу арматурын хүлээн авах мушгих момент, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$T_{s,1} = 0.5 R_s A_{s,1} Z_2 \quad (8.77)$$

$\frac{q_{sw,1} \cdot Z_1}{R_s \cdot A_{s,1}}$ -н харьцааг дээр заасан хязгаарт авна.

Элементийн уртын дагуу байрласан хэд хэдэн босоо (нормаль) огтлолд, элементийн авч үзэж буй ирмэг бүрд байрлах арматурын тооцоог тус тус хийнэ.

Мушгих моментыг үйлчлэлийн үед 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлагыг мөрдөнө.

Мушгих ба гулзайлгах моментыг хамтарсан үйлчлэлд тооцох

8.1.39 Орон зайн огтлолуудын хоорондох элементийн бат бэхийн тооцоог 8.1.36-д зааснаар хийнэ.

8.1.40 Орон зайн огтлолын бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$T \leq T_0 \sqrt{1 - \left(\frac{M}{M_0} \right)^2} \quad (8.78)$$

Энд: T - орон зайн огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх мушгих момент;

T_0 -орон зайн огтлолын хүлээн авах хязгаарын мушгих момент;

M -босоо (нормаль) огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент;

M_0 -босоо (нормаль) огтлолын хүлээн авах хязгаарын гулзайлгах момент.

Мушгих ба гулзайлгах момент хамтран үйлчлэх үеийн тооцоонд гулзайлгах моментоос үүсэх суналтын талс гадаргаар, өөрөөр хэлбэл гулзайлгах моментын үйлчлэлийн хавтгайд босоо (нормаль) талс гадаргаар байрлах суналтын арматуртай орон зайн огтлолыг авч үзнэ.

Гадаад ачааллаас үүсэх T мушгих моментыг элементийн дагуу тэнхлэгийн дагуу проекцын C уртын тэг дунд байрлах босоо огтлолд тодорхойлно. Энэ босоо огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах моментыг мөн тодорхойлно.

Хязгаарын мушгих момент T_0 -г 8.1.37-д зааснаар тодорхойлох ба авч үзэж буй орон зайн огтлолын хувьд (8.67) нөхцөлийн баруун хэсэгтэй тэнцүү байхаар авна.

Хязгаарын гулзайлгах момент M_0 -ыг 8.1.9-д зааснаар тодорхойлно.

Мушгих моментыг тодорхойлохдоо (8.75) нөхцөлийг ашиглахыг зөвшөөрнө. Энэ тохиолдолд мушгих момент $T = T_1$ ба гулзайлгах момент M -ыг элементийн уртын дагуу босоо (нормаль) огтлолд тодорхойлно. Авч үзэж буй босоо (нормаль) огтлол дахь хязгаарын мушгих моментыг (8.75) нөхцөлийн баруун тал ($T_{sw,1} + T_{s,1}$)-тэй тэнцүүгээр авна.

Хязгаарын гулзайлгах момент M_0 -ыг дээр заасантай адилаар мөн уг босоо огтлолд тодорхойлно.

Мушгих ба гулзайлгах моментын хамтарсан үйлчлэлийн үед 8.1.38 ба 10.3-т заасан тооцооны ба бүтээцлэлийн шаардлагуудыг мөрдлөг болгоно.

Мушгих момент ба хөндлөн хүчний хамтарсан үйлчлэлд тооцох

8.1.41 Орон зайн огтлолуудын хоорондох элементийн бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр шалгана.

$$T \leq T_0 \left(1 - \frac{Q}{Q_0} \right) \quad (8.79)$$

Энд: T -босоо огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх мушгих момент;

T_0 -орон зайн огтлолуудын хоорондох элементийн хүлээн авах хязгаарын мушгих момент, үүнийг (8.66) нөхцөлийн баруун талтай тэнцүүгээр авна;

Q -тухайн босоо огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх хөндлөн хүч;

Q_0 -налуу огтлолуудын хоорондох бетоны хүлээн авах хязгаарын хөндлөн хүч бөгөөд үүнийг (8.55) нөхцөлийн баруун талтай тэнцүүгээр авна.

8.1.42 Орон зайн огтлолын бат бэхийг (8.79) нөхцөлөөр тооцно. Ингэхдээ дараах утгуудыг авна. Үүнд:

T -орон зайн огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх мушгих момент;

T_0 -орон зайн огтлолын хүлээн авах хязгаарын мушгих момент;

Q -налуу огтлол дахь хөндлөн хүч;

Q_0 -налуу огтлолын хүлээн авах хязгаарын хөндлөн хүч.

Мушгих момент ба хөндлөн хүч хамтран үйлчлэх үеийн тооцоонд хөндлөн хүчнээс үүсэх суналтын нэг талс гадаргад, өөрөөр хэлбэл хөндлөн хүчний үйлчлэлийн хавтгайтай параллель талс гадаргад байрлах суналтын арматуртай орон зайн огтлолыг авч үзнэ.

Гадаад ачааллаас үүсэх мушгих моментыг элементийн дагуу тэнхлэгийн дагууд C уртын тэг дунд байрлах босоо (нормаль) огтлолд тодорхойлно. Тухайн босоо огтлолд гадаад ачааллаас үүсэх хөндлөн хүч Q -ийг тодорхойлно.

Хязгаарын мушгих момент T_0 -г 8.1.38-д зааснаар тодорхойлох ба авч үзэж буй орон зайн огтлолын хувьд (8.67) нөхцөлийн баруун талтай тэнцүүгээр авна.

Хязгаарын хөндлөн хүч Q_0 -г 8.1.33-д зааснаар тодорхойлох ба (8.56) нөхцөлийн баруун талтай тэнцүүгээр авна. Энэ үед элементийн дагуу тэнхлэг дээрх налуу огтлолын хэвтээ проекцын тэг дундах огтлолыг элементийн дагуу тэнхлэг дээрх орон зайн огтлолын хэвтээ проекцын тэг дундуур өнгөрөх босоо огтлолоор авна.

Мушгих моментыг (8.75), харин хөндлөн хүчийг (8.60) нөхцөлөөр тус тус тодорхойлохыг зөвшөөрнө. Энэ тохиолдолд гадаад ачааллаас үүсэх мушгих момент $T = T_1$ ба $Q = Q_1$ хөндлөн хүчийг элементийн уртын дагуу босоо огтлолд тодорхойлно. Авч үзэж буй босоо огтлол дахь хязгаарын мушгих момент T_0 -г (8.75) нөхцөлийн баруун тал ($T_{sw,1} + T_{s,1}$)-тэй тэнцүү, харин тухайн босоо огтлол дахь хязгаарын хөндлөн хүч Q_0 -г (8.60) нөхцөлийн баруун тал ($Q_{b,1} + Q_{sw,1}$)-тэй тэнцүү байхаар авна.

Мушгих момент ба хөндлөн хүч хамтран үйлчлэх үед 10.3-т заасан тооцооны ба бүтээцлэлийн шаардлагуудыг мөрдлөг болгоно.

Төмөрбетон элементийг орчны шахалтад тооцох

8.1.43 Төмөрбетон элементийн орчны шахалт (холголт)-ын тооцоог хязгаарлагдмал талбайд, элементийн гадаргууд босоо байрлалтай шахах хүчний үйлчлэлийн үед хийнэ. Энэ үед элементийн гадаргуу дээрх ачаалах талбайн байрлалаас хамаарах уг талбайн доорх бетоны эзлэхүүнт хүчдэлт төлөвийн улмаас ачаалагдсан талбай (холголтын талбай)-н доорх бетоны шахалтын өссөн эсэргүүцлийг бодолцоно.

Орчны шахалтын бүсэд дам арматур (косвенная арматура) байгаа үед уг арматурын эсэргүүцлийн улмаас ачааллын талбайн доорх бетоны шахалтын эсэргүүцлийн нэмэлт өсөлтийг бодолцоно.

Орчны шахалтын элементийн тооцоог дам арматур(косвенная арматура)-гүй үед 8.1.44, харин дам арматур(косвенная арматура)-тай үед 8.1.45-д зааснаар хийнэ.

8.1.44 Дам арматур (косвенная арматура)-гүй үед орчны шахалтын үйлчлэлд элементийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ (8.9-р зураг)

$$N \leq \psi \cdot R_{b,loc} \cdot A_{b,loc} \quad (8.80)$$

Энд: N - гадаад ачааллаас үүсэх орчны шахах хүч;

ψ - ачааны тархалтыг бодолцсон илтгэлцүүр, холголтын талбайд орчны ачаалал жигд тархсан үед 1,0; жигд биш тархсан үед 0,75-тай тэнцүү;

$A_{b,loc}$ - шахах хүч үйлчлэх талбай (холголтын талбай);

$R_{b,loc}$ - орчны шахах хүч үйлчлэх үеийн бетоны шахалтын тооцооны эсэргүүцэл.

$R_{b,loc}$ - н утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

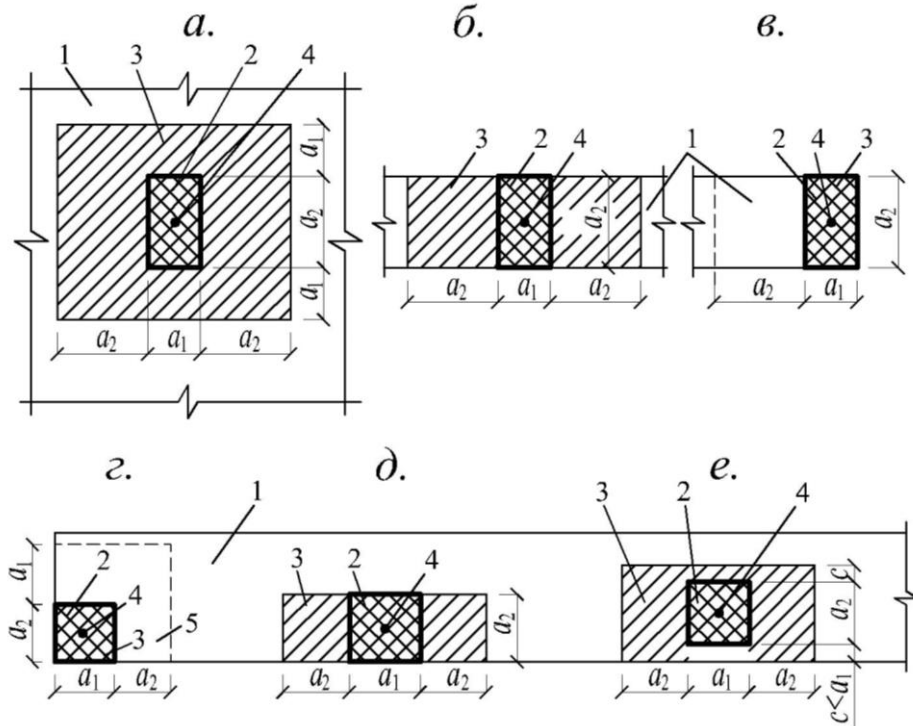
$$R_{b,loc} = \varphi_b \cdot R_b \quad (8.81)$$

Энд: φ_b - илтгэлцүүрийг дараах томъёогоор тодорхойлно. φ_b нь 1,0-ээс багагүй, 2,5-аас ихгүй байна

$$\varphi_b = 0,8 \cdot \sqrt{\frac{A_{b,max}}{A_{b,loc}}} \quad (8.82)$$

(8.82) томъёонд: $A_{b,max}$ - тооцооны хамгийн их талбай; энэ талбайг дараах дүрмийг баримтлан тогтооно. Үүнд: $A_{b,loc}$ ба $A_{b,max}$ талбайн хүндийн төвүүд давхцана;

Тооцооны талбай $A_{b,max}$ -ийн хил хязгаарыг $A_{b,loc}$ талбайн талуудаас тухайн талуудын харгалзах хэмжээтэй тэнцүү зайд байхаар авна (8.9-р



зураг).

a-элементийн захаас алслагдсан; *б*-элементийн нийт өргөнөөр; *в*-элементийн бүх өргөнөөр элементийн захад; *г*- элементийн буланд; *д*-элементийн нэг захад; *е*-элементийн нэг захад ойр;

1- орчны ачаалал үйлчилж буй элемент; 2- холголтын талбай $A_{b,loc}$; 3- тооцооны хамгийн их талбай $A_{b,max}$; 4- $A_{b,loc}$ ба $A_{b,max}$ талбайнуудын хүндийн төв; 5- дам арматур (косвенная арматура)-ыг тооцоонд бодолцох үед тороор арматурлах хамгийн бага муж

8.9-р зураг. Орчны шахалтад элементийг тооцох бүдүүвч

8.1.45 Орчны шахалтын элементийн тооцоог ширээсэн тороор хийсэн дам арматуртай үед дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N \leq \psi \cdot R_{bs,loc} \cdot A_{b,loc} \quad (8.83)$$

Энд: $R_{bs,loc}$ - бетоны шахалтын хөрвүүлсэн тооцооны эсэргүүцэл, үүнийг орчны шахалтын муж дахь дам арматурыг бодолцон дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$R_{bs,loc} = R_{b,loc} + 2 \cdot \varphi_{s,xy} \cdot R_{s,xy} \cdot \mu_{s,xy} \quad (8.84)$$

Энд: $\varphi_{s,xy}$ - илтгэлцүүр, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно

$$\varphi_{s,xy} = \sqrt{\frac{A_{b,loc,ef}}{A_{b,loc}}} \quad (8.85)$$

$A_{b,loc,ef}$ -дам арматурлалын торны захын шилбээр тооцон авсан хүрээний доторх талбай, энэ талбайг (8.85) томъёонд $A_{b,max}$ -с ихгүйгээр авна;

$R_{s,xy}$ - дам арматурын суналтын тооцооны эсэргүүцэл;

$\mu_{s,xy}$ - дам арматурлалын илтгэлцүүр, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно

$$\mu_{s,xy} = \frac{n_x \cdot A_{sx} \cdot l_x + n_y \cdot A_{sy} \cdot l_y}{A_{b,loc,ef} \cdot S} \quad (8.86)$$

$n_x \cdot A_{sx} \cdot l_x$ - торны захын шилбэний тэнхлэг дагуу X тэнхлэгийн чиглэл дэх шилбэний тоо, огтлолын талбай ба шилбэний урт;

$n_y \cdot A_{sy} \cdot l_y$ - торны захын шилбэний тэнхлэг дагуу Y тэнхлэгийн чиглэл дэх шилбэний тоо, огтлолын талбай ба шилбэний урт;

S - дам арматурлалын торны алхам.

$R_{b,loc}, A_{b,loc}, \psi, N$ -н утгуудыг 8.1.44-д зааснаар авна.

Дам арматурлалтай элементийн хүлээн авах орчны шахах хүчний утгыг ((8.83) нөхцөлийн баруун тал) дам арматурлалгүй элементийн хүлээн авах орчны шахах хүчний утгыг ((8.80) нөхцөлийн баруун тал) 2 дахин авснаас ихгүйгээр авна.

Дам арматурлалтад 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлагыг баримтална.

Төмөрбетон элементийг цөмрөлтөд тооцох

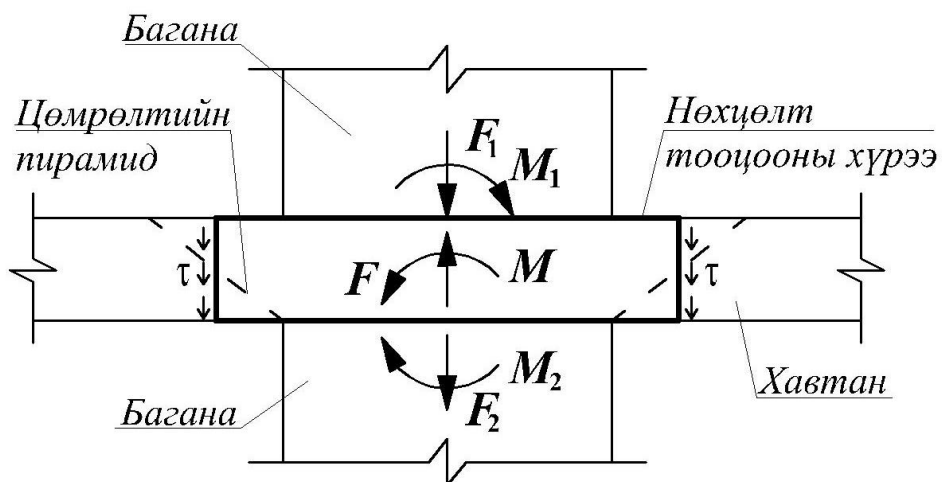
Нийтлэг үндэслэл

8.1.46 Хавтгай төмөрбетон элементийн цөмрөлтийн тооцоог төмөрбетон элемент (хавтан)-д төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент гэсэн орчны, төвлөрсөн үйлчлэлтэй хүчлэлүүд (элементийн гадаргууд босоо чиглэлтэй) үйлчилсэн тохиолдолд хийнэ.

Цөмрөлтийн тооцоонд элементэд хүчлэл дамжих мужийн эргэн тойронд элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) $\frac{h_0}{2}$ зайд байрлах, төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах моментоос үүссэн дагуу шүргэх хүчлэлүүд гадаргуугаар нь үйлчилсэн тооцооны огтлолыг авч үзнэ (8.10 -р зураг).

Тооцооны хөндлөн огтлолын талбайд үйлчлэх шүргэх хүчлэлүүдийг, R_{bt} тэнхлэгийн дагуу суналтын эсэргүүцэлтэй бетон болон ачааллын талбайгаас h_0 –оос ихгүй $\frac{h_0}{3}$ –оос багагүй зайд байрлах R_{sw} суналтын эсэргүүцэлтэй хөндлөн арматур хүлээн авна.

Төвлөрсөн хүчний үйлчлэлийн үед бетон ба арматурын хүлээн авах шүргэх хүчлэлийг тооцооны хөндлөн огтлолын нийт талбайгаар жигд тархсан гэж авна. Гулзайлгах момент үйлчлэх үед бетон ба хөндлөн арматурын хүлээн авах шүргэх хүчлэлүүдийг тооцооны хөндлөн огтлолын захад эсрэг тэмдэгтэй хамгийн их шүргэгч хүчлэлтэй моменты үйлчлэлийн чиглэлд тооцооны хөндлөн огтлолын уртын дагуу шугаман өөрчлөлттэй гэж авна.



8.10-р зураг. Цөмрөлтийн тооцоонд зориулсан нөхцөлт загвар

Цөмрөлтийн тооцоог төвлөрсөн хүч үйлчилсэн, хөндлөн арматургүй үед 8.1.47-р зүйл, төвлөрсөн хүч үйлчилсэн, хөндлөн арматуртай үед 8.1.48-р зүйл, төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент үйлчилсэн, хөндлөн арматургүй үед 8.1.49-р зүйл, төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент үйлчилсэн, хөндлөн арматуртай үед 8.1.50-д зааснаар тус тус хийнэ.

Хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээг дараах байдлаар авна. Үүнд:

- Ачаалал дамжих талбай нь хавтгай элементийн дотор байрлах үед- ачаалал дамжих талбайн гадуур бүсэлсэн битүү хүрээ байдлаар (8.11а, г-р зураг),

- Ачаалал дамжих талбай нь хавтгай элементийн зах эсвэл буланд байрласан үед дараах 2 хувилбараар авна. Үүнд: ачаалал дамжих талбайгаар гадуур битүү хүрээлэгдэн байрласан ба хавтгай элементийн зах ачаа хаагдаагүй хүрээ байдлаар (8.11 б, в-р зураг), энэ тохиолдолд хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээний байрлалын дээрх 2 хувилбарын хамгийн бага даацтайг авч тооцно.

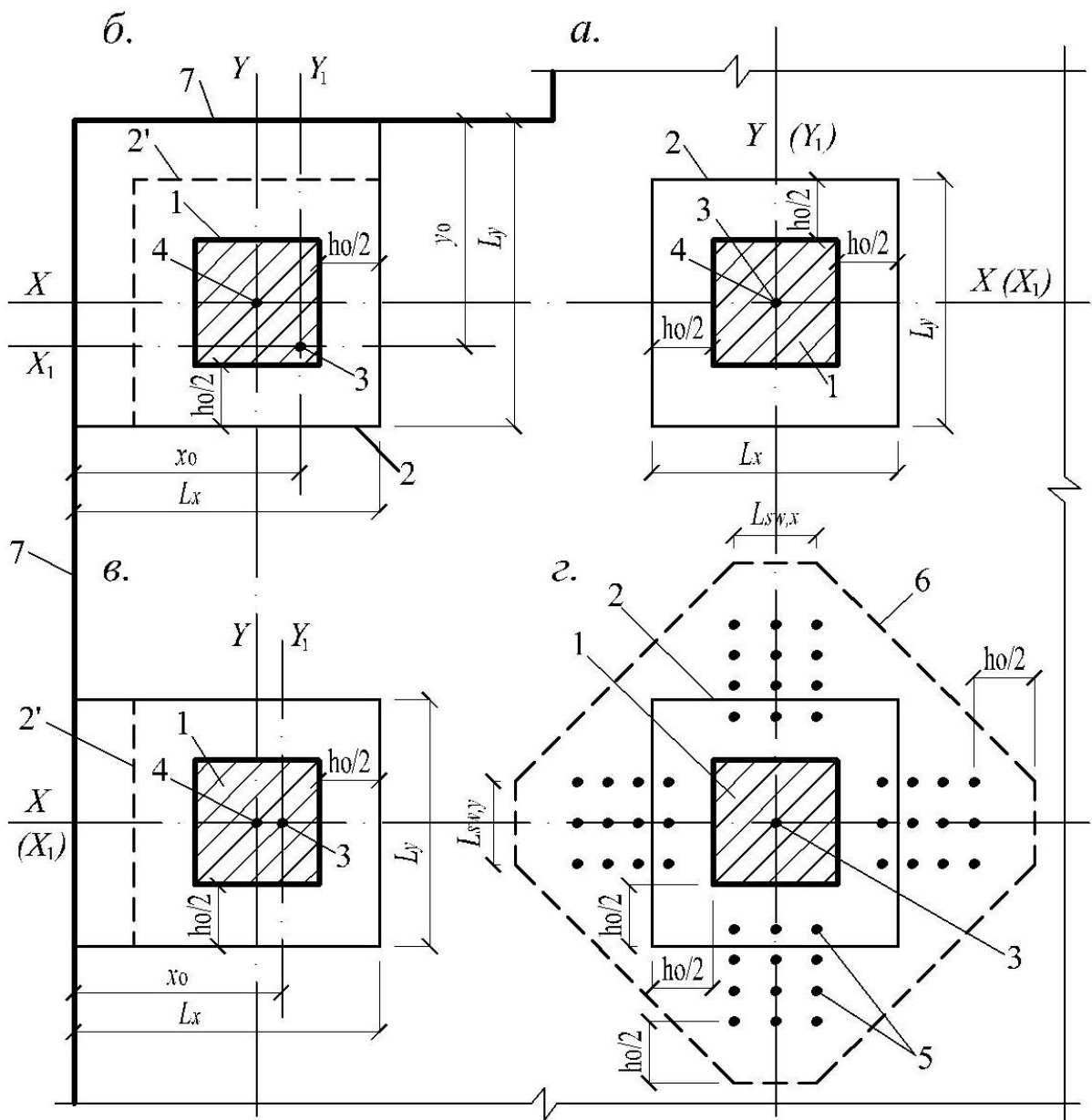
Хавтан нүхтэй бөгөөд уг нүхний булан эсвэл зах ачаа дамжих талбайн булан эсвэл зах хүртэлх зай $6h$ -аас бага үед, ачаалал дамжих талбайн хүндийн төвөөс нүх рүү татсан хоёр шүргэгчийн хооронд орших тооцооны хүрээний хэсгийг тооцоонд бодолцохгүй.

Төвлөрсөн ачаа үйлчлэх байрлалд момент M_{loc} үйлчлэх үед энэ моментын хагасыг цөмрөлтийн тооцоонд, нөгөө хагасыг босоо огтлолын тооцоонд авна. Энэ босоо (нормаль) огтлолын тооцоонд огтлолын өргөнийг ачаалал дамжих талбайн өргөн болон ачаалал дамжих талбайн хоёр талын хавтгай элементийн өндрийг оролцуулан авна.

Төвлөрсөн хүч ба момент үйлчлэх үед бат бэхийн нөхцөлд, цөмрөлтийн тооцоонд авах төвлөрсөн момент M ба хязгаарын момент M_{ult} -н хоорондох харьцааг төвлөрсөн хүчлэл F ба хязгаарын төвлөрсөн хүчлэл F_{ult} -ийн харьцааны хагасаас хэтрэхгүй байхаар авна.

Төвлөрсөн хүч тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний хүндийн төвтэй харьцангуй төвийн бус байрлах үед гадаад ачаанаас үүсэх төвлөрсөн гулзайлгах моментын утгыг тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний хүндийн төвд харьцангуй төвийн бус үйлчлэх төвлөрсөн хүчнээс үүсэх нэмэлт моментыг бодолцон баганын моментод харьцуулан эерэг эсвэл сөрөг тэмдэгтэйгээр тодорхойлно.

Төвлөрсөн хүчний утгыг цөмрөлтийн пирамидын суурийн хязгаар дотор эсрэг чиглэлд үйлчилж буй хүчийг хасч авна.



а- ачааны үйлчлэлийн талбай хавтгай элементийн дотор байрлах; б, в – ачааны үйлчлэлийн талбай хавтгай элементийн захад байрлах; з-хөндлөн арматур хэрээс хэлбэртэй байрлах үед;
 1-ачааны үйлчлэлийн талбай; 2-хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээ; 2'-тооцооны хүрээний 2-р хувилбар; 3-тооцооны хүрээний хүндийн төв (X_1, Y_1 тэнхлэгүүдийн огтлолцол); 4- ачааллын үйлчлэлийн талбайн хүндийн төв (X, Y тэнхлэгүүдийн огтлолцол); 5- хөндлөн арматур; 6- хөндлөн арматурыг бодолцоогүй хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээ; 7- хавтгай элементийн зах (ирмэг)

8.11-р зураг. Цөмрөлтийн үеийн хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээний бүдүүвч

Төвлөрсөн хүчний үйлчлэлээр элементийг цөмрөлтөд тооцох

8.1.47 Хөндлөн арматургүй элементийг төвлөрсөн хүчний үйлчлэлээр цөмрөлтөд дараах нөхцөлөөр тооцно.

$$F \leq F_{b,ult} \quad (8.87)$$

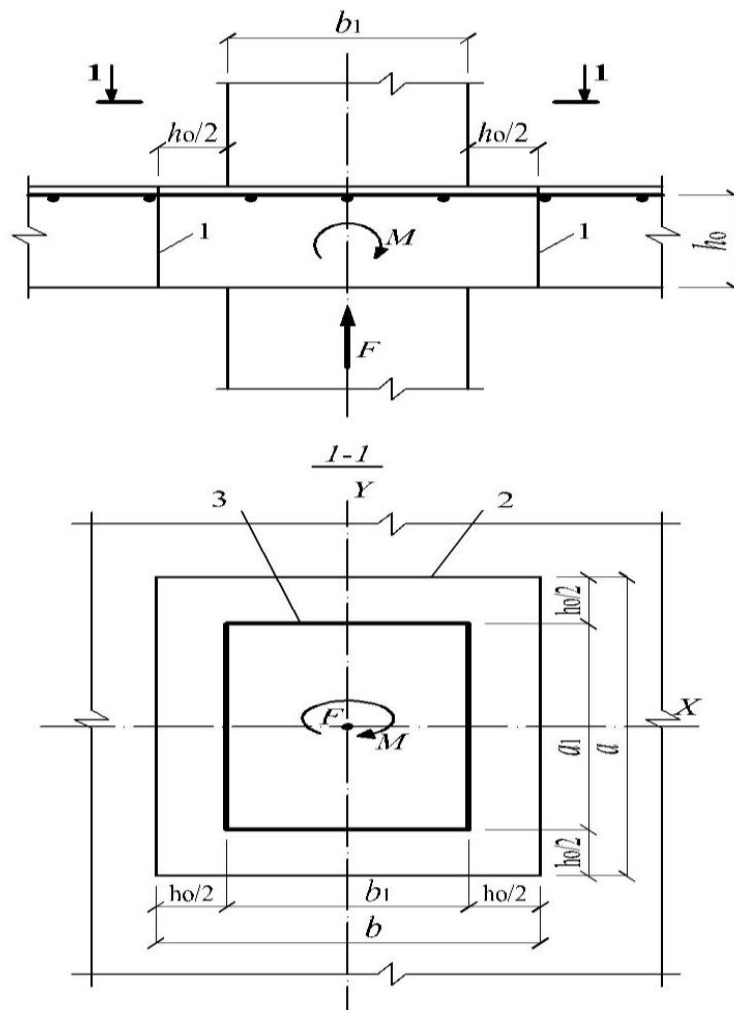
Энд: F -гадаад ачааллаас үүсэх төвлөрсөн хүч;

$F_{b,ult}$ -бетоны хүлээн авах хязгаарын хүчлэл;

Хүчлэл $F_{b,ult}$ -г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$F_{b,ult} = R_{bt} \cdot A_b, \quad (8.88)$$

Энд: A_b - тооцооны хөндлөн огтлолын талбай, энэ нь h_0 огтлолын ажлын өндөртэй бөгөөд төвлөрсөн хүч F -ийн үйлчлэх талбайн захаас $0,5h_0$ зайд байрлана (8.12-р зураг).



1-тооцооны хөндлөн огтлол; 2- тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээ;
3-ачааллын үйлчлэлийн талбайн хүрээ

8.12-р зураг. Хөндлөн арматургүй төмөрбетон элементийг цөмрөлтөд тооцох бүдүүвч

Талбай A_b –г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$A_b = u \cdot h_0 \quad (8.89)$$

Энд: u -тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний периметр;

h_0 -огтлолын хөрвүүлсэн ажлын өндөр, $h_0 = 0,5 \cdot (h_{0x} + h_{0y})$

h_{0x}, h_{0y} - X, Y тэнхлэгүүдийн чиглэлд байрлах дагуу арматурын хувьд авах огтлолын ажлын өндөр.

8.1.48 Хөндлөн арматуртай элементийг төвлөрсөн хүчний үйлчлэлд (8.13-р зураг) цөмрөлтөд дараах нөхцөлөөр тооцно.

$$F \leq F_{b,ult} + F_{sw,ult} \quad (8.90)$$

Энд: $F_{sw,ult}$ - цөмрөлтийн үед хөндлөн арматурын хүлээн авах хязгаарын хүчлэл;

$F_{b,ult}$ - бетоны хүлээн авах хязгаарын хүчлэл, үүнийг 8.1.47-д зааснаар тодорхойлно.

Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) ба тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний дагуу жигд байрлах хөндлөн арматурын хүлээн авах $F_{sw,ult}$ хүчлэлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$F_{sw,ult} = 0,8q_{sw} \cdot u, \quad (8.91)$$

Энд: q_{sw} - тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээнээс хоёр талд $0,5h_o$ зай хязгаарт байрлах, тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний нэгж уртад хөндлөн арматурын хүлээн авах хүчлэл

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{S_w} \quad (8.92)$$

Энд: A_{sw} - тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний периметрийн дагуу уг огтлолын хүрээнээс хоёр талын дагуу $0,5h_o$ зайн хязгаарт байрлах S_w алхамтай хөндлөн арматурын огтлолын талбай;

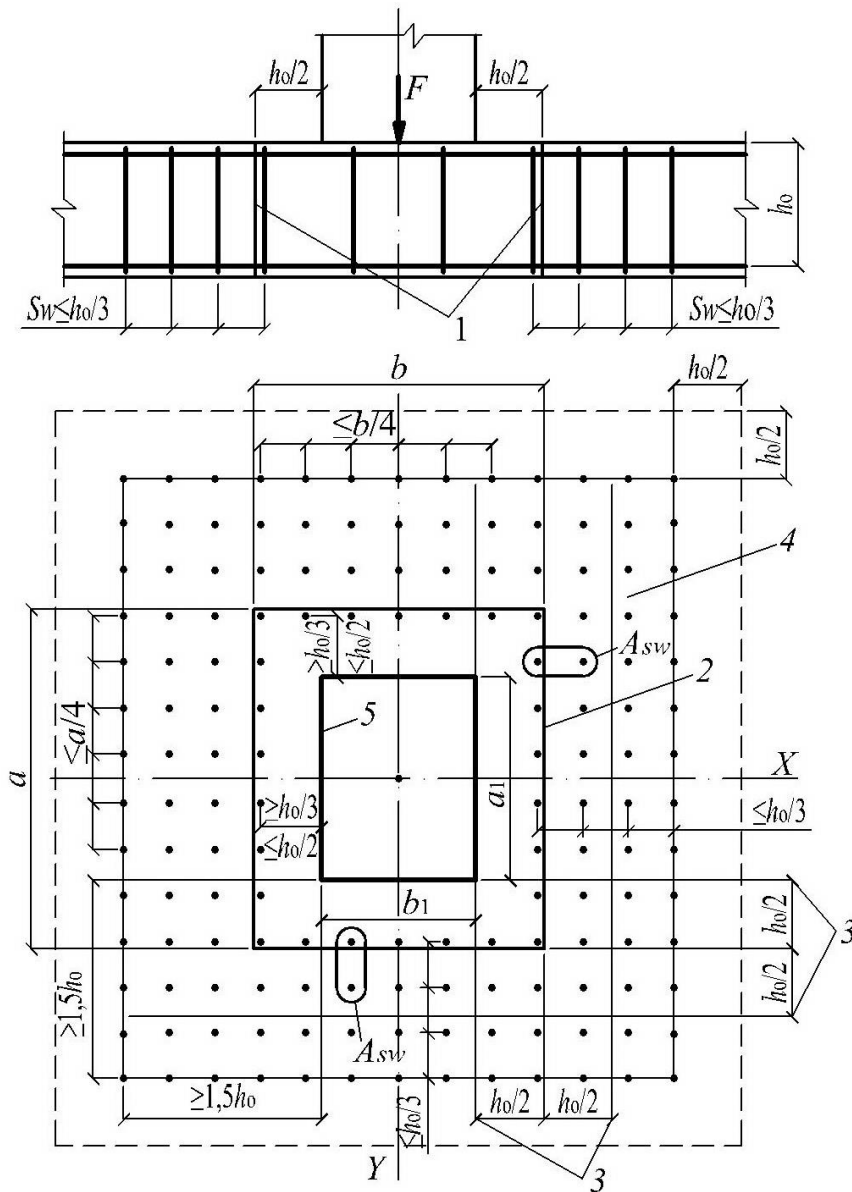
u - тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний периметр, 8.1.47-д заасны дагуу тодорхойлно.

Тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээний дагуу хөндлөн арматур жигд биш, харин ачаалал дамжих талбайн тэнхлэгт (хөндлөн арматур нь хэрээс хэлбэртэй байрласан) төвлөрсөн байрлалтай үед хөндлөн арматурын хувьд хүрээний периметр u -г цөмрөлтийн тооцооны хүрээний дагуу хөндлөн арматур байрлах хэсгийн бодит урт L_{swx} болон L_{swy} -аар авна (8.11, г-р зураг).

$F_{b,ult} + F_{sw,ult}$ -н утгыг $2F_{b,ult}$ -с хэтрэхгүйгээр авна. Хөндлөн арматурыг $F_{sw,ult}$ нь $0,25F_{b,ult}$ -с багагүй үед тооцоонд бодолцоно.

Хөндлөн арматурын байрлалын хязгаараас гаднах цөмрөлтийн тооцоог 8.1.47-д зааснаар хийх бөгөөд тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээг захын хөндлөн арматурын байрлалаас $0,5h_o$ зайд авна (8.13-р зураг). Үүнээс гадна ачаа дамжих талбайн тэнхлэгийн дагуу хөндлөн арматур төвлөрөн байрласан үед бетоны хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээг хөндлөн арматурын байрлалын захаас эхлэн диагональ шугамын дагуу авна (8.11, г-р зураг).

Хөндлөн арматур нь 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлагыг хангах ёстой. 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлага зөрчигдвөл, зөвхөн цөмрөлтийн пирамидтай огтлолцох хөндлөн арматурыг түүний тээглүүрийн (анкерлалт) нөхцөл хангагдсан үед цөмрөлтийн тооцоонд бодолцоно.



1-тооцооны хөндлөн огтлол; 2- тооцооны хөндлөн огтлолын хүрээ; 3- хөндлөн арматурыг бодолцсон хязгаар доторх мужийн хил; 4- хөндлөн арматурыг бодолцоогүй хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээ; 5- ачаалал үйлчлэх талбайн хүрээ

8.13-р зураг. Босоо жигд тархсан хөндлөн арматуртай төмөрбетон хавтангийн цөмрөлтийн тооцооны бүдүүвч

Төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах моментын үйлчлэлээр элементийг цөмрөлтөд тооцох

8.1.49 Төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент хамтран үйлчлэх үед хөндлөн арматургүй элементийг цөмрөлтөд дараах нөхцөлөөр тооцно (8.12-р зураг).

$$\frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M}{M_{b,ult}} \leq 1, \quad (8.93)$$

Энд: F -гадаад ачааллын төвлөрсөн хүч;

M - цөмрөлтийн тооцоонд авч буй гадаад ачааллын төвлөрсөн гулзайлгах момент (8.1.46);

$F_{b,ult}, M_{b,ult}$ - төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент тус тусдаа үйлчлэх үеийн тооцооны хөндлөн огтлолд бетоны хүлээн авч чадах хязгаарын төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент.

Хавтгай хучилттай барилгын төмөрбетон каркасын төвлөрсөн гулзайлгах момент M_{loc} нь авч үзэж байгаа зангилааны дээд ба доод баганын хучилттай нийлсэн огтлолуудын гулзайлгах моментуудын нийлбэртэй тэнцүү байна.

Хязгаарын хүч $F_{b,ult}$ -г 8.1.47-д зааснаар тодорхойлно.

Хязгаарын гулзайлгах момент $M_{b,ult}$ -г дараах томъёогоор тодорхойлно

$$M_{b,ult} = R_{bt} W_b h_o \quad (8.94)$$

Энд: W_b - тооцооны хөндлөн огтлолын эсэргүүцлийн момент, 8.1.51-д зааснаар тодорхойлно.

Харилцан перпендикуляр хоёр хавтгайд гулзайлгах момент үйлчлэх үед тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$\frac{F}{F_{b,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult}} \leq 1 \quad (8.95)$$

Үүнд дараах нөхцөлийг авна.

$$\frac{M_x}{M_{b,x,ult}} + \frac{M_y}{M_{b,y,ult}} \leq 0,5 \frac{F}{F_{b,ult}},$$

Энд: F, M_x, M_y - цөмрөлтийн тооцооны үеийн гадаад ачааллын төвлөрсөн хүч ба

X, Y тэнхлэгийн чиглэлд үйлчлэх гулзайлгах момент (8.1.46-р зүйл);

$F_{b,ult}, M_{bx,ult}, M_{by,ult}$ - төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент тус тусдаа

үйлчлэх үеийн тооцооны хөндлөн огтлолд бетоны хүлээн авах хязгаарын төвлөрсөн хүч ба X, Y тэнхлэгийн чиглэл дэх хязгаарын гулзайлгах момент.

$F_{b,ult}$ хүчлэлийг 8.1.47-д зааснаар тодорхойлно.

Хүчлэл $M_{bx,ult}$ ба $M_{by,ult}$ -г харгалзан X ба Y тэнхлэгийн хавтгайд момент

үйлчилсэн үед дээр зааснаар тодорхойлно.

8.1.50 Харилцан перпендикуляр хоёр хавтгайд төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах моментын үйлчлэх үед хөндлөн арматуртай элементийн цөмрөлтийн бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M_x}{M_{b,x,ult} + M_{sw,x,ult}} + \frac{M_y}{M_{b,y,ult} + M_{sw,y,ult}} \leq 1 \quad (8.96)$$

Үүнд дараах нөхцөлийг авна.

$$\frac{M_x}{M_{b,x,ult} + M_{sw,x,ult}} + \frac{M_y}{M_{b,y,ult} + M_{sw,y,ult}} \leq 0,5 \frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}},$$

Энд: F, M_x ба M_y -ийг 8.1.49-с үз.

$F_{b,ult}, M_{bx,ult}, M_{by,ult}$ - төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент тус тусдаа үйлчлэх үеийн тооцооны хөндлөн огтлолд бетоны хүлээн авах хязгаарын төвлөрсөн хүч ба X, Y тэнхлэгийн чиглэл дэх хязгаарын гулзайлгах момент;

$F_{sw,ult}, M_{swx,ult}, M_{swy,ult}$ - төвлөрсөн хүч ба гулзайлгах момент тус тусдаа үйлчлэх үеийн хөндлөн арматурын хүлээн авах хязгаарын төвлөрсөн хүч ба X, Y тэнхлэгийн чиглэл дэх хязгаарын гулзайлгах момент;

$F_{b,ult}, M_{bx,ult}, M_{by,ult}$ ба $F_{sw,ult}$ -г 8.1.48 ба 8.1.49-д зааснаар тодорхойлно.

Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо, тооцооны огтлолын хүрээний дагуу жигд байрлах хөндлөн арматурын хүлээн авах $M_{swx,ult}, M_{swy,ult}$ хүчлэлүүдийг харгалзах X ба Y тэнхлэгийн чиглэлд гулзайлгах момент үйлчилсэн үед дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{sw,ult} = 0,8q_{sw}W_{sw} \quad (8.97)$$

Энд: q_{sw}, W_{sw} -г 8.1.48 ба 8.1.52-д зааснаар тодорхойлно.

(8.96) -р нөхцөл дэх $F_{b,ult} + F_{sw,ult}, M_{bx,ult} + M_{sw,x,ult}, M_{by,ult} + M_{sw,y,ult}$ утгуудыг харгалзан $2F_{b,ult}, 2M_{b,ult}, 2M_{bx,ult}, 2M_{by,ult}$ утгуудаас хэтрэхгүйгээр авна.

Хөндлөн арматур нь 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлагыг хангах ёстой. 10.3-т заасан бүтээцлэлийн шаардлага зөрчигдвөл, зөвхөн цөмрөлтийн пирамидтай огтлолцох хөндлөн арматурыг түүний тээглүүрийн (анкерлалт) нөхцөл хангагдсан үед цөмрөлтийн тооцоонд бодолцоно.

8.1.51 Ерөнхий тохиолдолд харилцан перпендикуляр X, Y тэнхлэгийн чиглэл дэх бетоны цөмрөлтийн үеийн тооцооны хүрээний эсэргүүцлийн момент $W_{bx(y)}$ -ын утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$W_{bx(y)} = \frac{I_{bx(y)}}{x(y)_{\max}} \quad (8.98)$$

Энд: $I_{bx(y)}$ - тооцооны хүрээний хүндийн төвийг дайрсан X_1 ба Y_1 тэнхлэгүүдэд харьцуулсан инерцийн момент (8.11-р зураг);

$x(y)_{\max}$ -тооцооны хүрээнээс түүний хүндийн төв хүртэлх хамгийн их зай.

Инерцийн момент $I_{bx(y)}$ -ийн утгыг тооцооны хүрээний хүндийн төвийг дайрсан төв тэнхлэгтэй харьцуулсан хөндлөн огтлолын тооцооны хүрээний хэсгүүдийн (нөхцөлт нэгж өргөнтэй) инерцийн моментууд $I_{bx(y)i}$ -ийн нийлбэрээр тодорхойлно.

Сонгосон тэнхлэгтэй харьцангуй тооцооны хүрээний хүндийн төвийн байрлалыг дараах томъёогоор олно.

$$x(y)_o = \frac{\sum L_i \cdot x_i(y)_o}{\sum L_i} \quad (8.99)$$

Энд: L_i -тооцооны хүрээний хэсэг тус бүрийн урт;

$x_i(y)_o$ -тооцооны хүрээний хэсэг тус бүрийн хүндийн төвөөс сонгосон тэнхлэг хүртэлх зай.

Тооцоонд W_{bx} , ба W_{by} эсэргүүцлийн моментуудын аль бага утгыг авна.

Дугуй огтлолтой баганын хувьд бетоны тооцооны хүрээний эсэргүүцлийн моментыг дараах томъёогоор тодорхойлно

$$M_b = \frac{\pi(D+h_o)^2}{4},$$

Энд: D -баганын голч.

8.1.52 Бетоны цөмрөлтийн хүрээнээс тал бүрд $\frac{h_o}{2}$ зайд орших (8.13-р зураг) хил бүхий мужийн хязгаар доторх цөмрөлтийн тооцооны хүрээний дагуу жигд байрласан хөндлөн арматуртай тохиолдолд цөмрөлтийн хөндлөн арматурын эсэргүүцлийн моментыг $W_{sw,x(y)}$ утгыг харгалзан W_{bx}, W_{by} утгуудтай тэнцүүгээр авна.

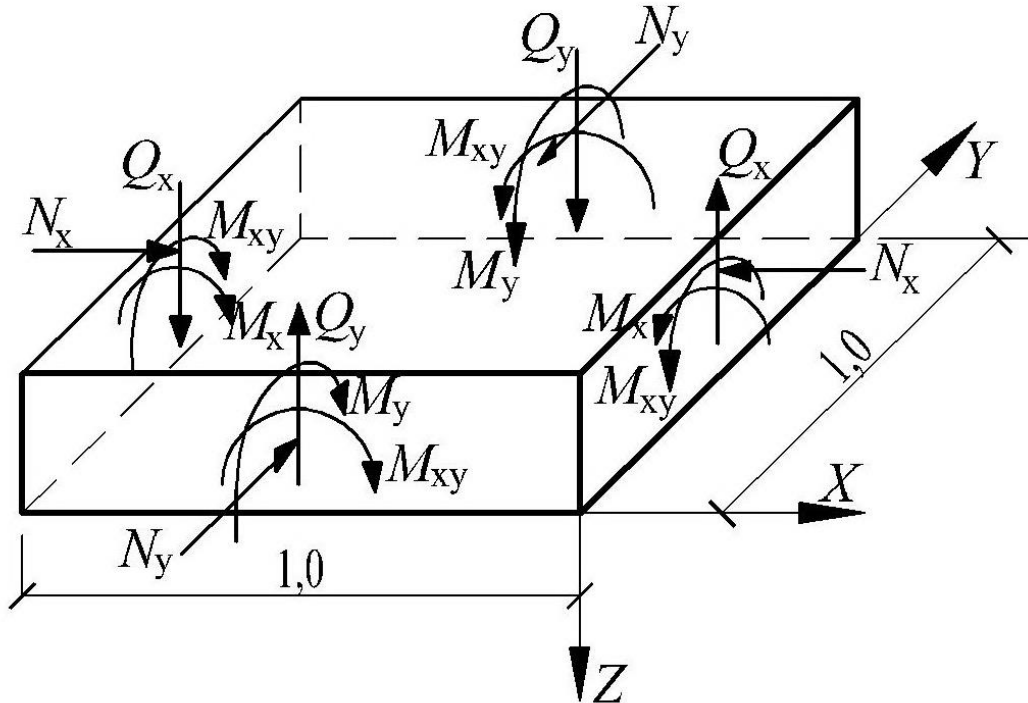
Хавтгай элементийн хөндлөн арматур нь ачааллын талбайн тэнхлэгээр төвлөрөн байрлах үед, тухайлбал баганын тэнхлэгээр (хучилтын хөндлөн арматур хэрээс хэлбэрийн байрлалтай), хөндлөн арматурын эсэргүүцлийн моментыг цөмрөлтийн тооцооны хүрээгээр байрласан хөндлөн арматураар хязгаарлагдсан

хэсгийн харгалзах бодит урт L_{swx}, L_{swy} -ыг (8.11, г-р зураг) авч тодорхойлсон бетоны эсэргүүцлийн моменттой ижил дүрмээр тодорхойлно.

Хавтан ба ханын хавтгай төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоо

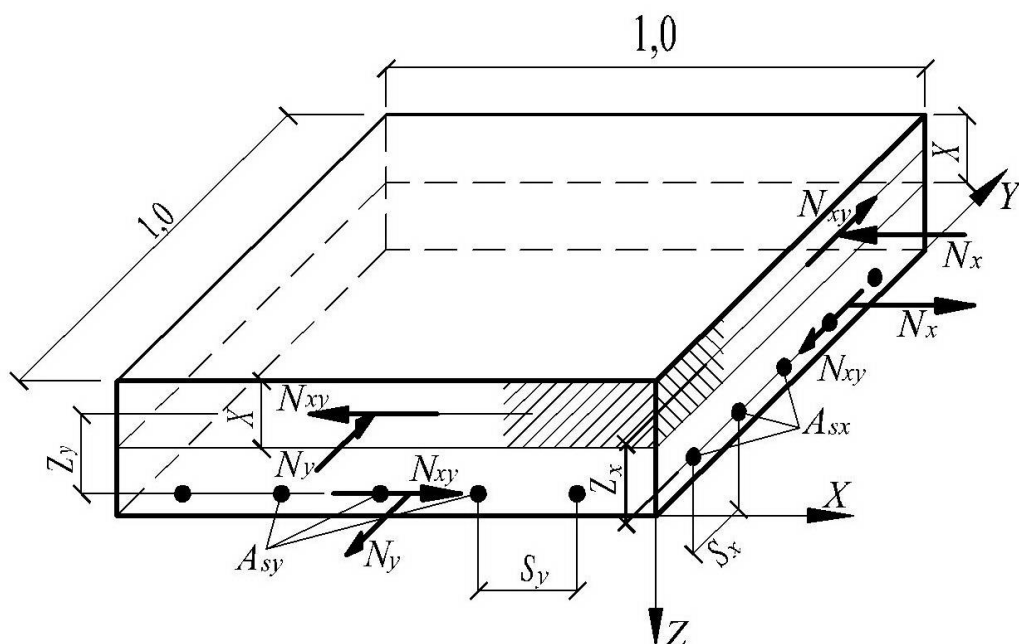
8.1.53 Адар ба давхар дундын хавтгай хавтан ба суурийн хавтангийн бат бэхийг тооцохдоо хавтгай эгэл элементийн хажуу талаар үйлчлэх мушгих момент ба харилцан перпендикуляр тэнхлэгийн чиглэл дэх гулзайлгах моментыг хамтарсан үйлчлэлд мөн түүнчлэн уг элементийн хажуу талаар үйлчлэх дагуу ба хөндлөн хүчний үйлчлэлд (8.14-р зураг) орших хавтгай эгэл элементийн тооцооны адилаар гүйцэтгэнэ.

Түүнээс гадна, хавтгай хавтан баганан дээр тулах үед түүнийг 8.1.46-8.1.52-д зааснаар момент ба төвлөрсөн босоо хүчний үйлчлэлд цөмрөлтөд тооцно.



8.14-р зураг – Нэгж өргөнтэй эгэл хавтгай элементэд үйлчлэх хүчлэлийн бүдүүвч

8.1.54 Хавтгай хавтанг бат бэхээр тооцохдоо ерөнхий тохиолдолд хавтгай элементийг суналтын арматур ба шахалтын бетоны саланги үеүдэд хувааж, гулзайлгах ба мушгих момент, босоо хүчний үйлчлэлээс тооцож олсон босоо (нормаль) ба шилжисхийлтийн хүчлэлийн үйлчлэлд үе бүрийг тусад нь тооцох замаар гүйцэтгэнэ (8.15-р зураг).



8.15-р зураг – Хавтангийн хавтгай эгэл элементийн арматур ба бетон үеүдэд үйлчлэх хүчлэлүүдийн бүдүүвч (эсрэг байрлах талууд дахь хүчлэлүүдийг үзүүлээгүй)

Түүнчлэн хавтгай хавтан элементийн тооцоог дараах хязгаарын тэнцвэрийн ерөнхийлсөн тэгшитгэлд үндэслэсэн нөхцөлөөс авсан гулзайлгах, мушгих моментуудын хамтын үйлчлэлд суналтын арматур ба бетон үеүдэд хуваахгүйгээр гүйцэтгэж болно.

$$(M_{x,ult} - M_x) \cdot (M_{y,ult} - M_y) - M_{xy}^2 \geq 0; \quad (8.100)$$

$$M_{x,ult} \geq M_x; \quad (8.101)$$

$$M_{y,ult} \geq M_y; \quad (8.102)$$

$$M_{xy,ult} \geq M_{xy} \quad (8.103)$$

Энд M_x, M_y, M_{xy} – хавтгай эгэл элементэд үйлчлэх гулзайлгах, мушгих момент;

$M_{x,ult}, M_{y,ult}, M_{xy,ult}$ – хавтгай эгэл элементийн хүлээн авах хязгаарын гулзайлгах, мушгих момент.

Хязгаарын гулзайлгах момент $M_{x,ult}, M_{y,ult}$ –ын утгыг X, Y тэнхлэгтэй параллель дагуу арматуртай хавтгай эгэл элементийн X, Y тэнхлэгт перпендикуляр босоо (нормаль) огтлолын тооцооноос 8.1.1-8.1.13-д зааснаар тодорхойлно.

Хязгаарын мушгих моменты утгыг дараах байдлаар тодорхойлно.

Бетоны:

$$M_{bxy,ult} = 0,1R_b b^2 h \quad (8.104)$$

Энд: b ба h - хавтгай эгэл элементийн харгалзан бага ба их хэмжээ
Суналтын дагуу арматурын:

$$M_{sxy,ult} = 0,5R_s (A_{sx} + A_{sy}) h_0 \quad (8.105)$$

Энд: A_{sx} ба A_{sy} – X ба Y тэнхлэгийн чиглэл дэх дагуу арматурын огтлолын талбай

h_0 – хавтангийн хөндлөн огтлолын ажлын өндөр.

Хавтгай эгэл элементийн диагональ огтлолын дотоод хүчлэл ба эгэл элементийн хажуу талаар үйлчлэх гадаад хүчлэлийн тэнцвэрийн үндсэн дээр гарган авсан өөр аргуудыг хавтгай эгэл элементийн бат бэхийн тооцоонд хэрэглэхийг зөвшөөрнө.

Хавтангийн хавтгай эгэл элементэд түүнчлэн дагуу хүч үйлчлэх үед тооцоог хананы хавтгай элемент шиг 8.1.57-д зааснаар хийнэ.

8.1.55 Хавтгай эгэл элементийн тооцоог хөндлөн хүчний үйлчлэлд дараах нөхцөлөөр тооцно

$$\frac{Q_x}{Q_{x,ult}} + \frac{Q_y}{Q_{y,ult}} \leq 1 \quad (8.106)$$

Энд: Q_x ба Q_y - хавтгай эгэл элементийн хажуу талаар үйлчлэх хөндлөн хүч;

$Q_{x,ult}$ ба $Q_{y,ult}$ - хавтгай эгэл элементийн хүлээн авах хязгаарын хөндлөн хүч.

Хязгаарын хөндлөн хүчний утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$Q_{x,ult} = Q_b + Q_{sw} \quad (8.107)$$

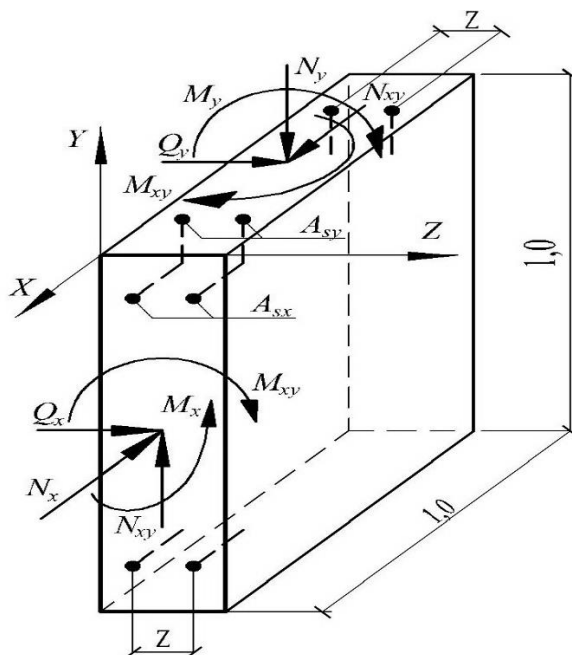
Энд: Q_b ба Q_{sw} – харгалзан бетон ба хөндлөн арматурын хүлээн авах хязгаарын хөндлөн хүч, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_b = 0,5R_b b h_0 \quad (8.108)$$

$$Q_{sw} = q_{sw}h_0 \quad (8.109)$$

Энд: q_{sw} - элементийн нэгж урт дахь хөндлөн арматурын хүчлэл, (8.59) томъёогоор тодорхойлно.

8.1.56 Хананы бат бэхийн тооцоог ерөнхий тохиолдолд хавтгай эгэл элементийн хажуу талаар байрлах босоо (нормаль) хүч, гулзайлгах момент, мушгих момент, шилжисхийлтийн хүч, хөндлөн хүчний хамтарсан үйлчлэлд орших хавтгай эгэл элемент шиг хийнэ.



8.16-р зураг - Нэгж өргөнтэй хананы хавтгай эгэл элементэд үйлчлэх хүчлэлүүдийн бүдүүвч (эсрэг байрлах талууд дахь хүчлэлүүдийг үзүүлээгүй)

8.1.57 Хананы тооцоог ерөнхий тохиолдолд хавтгай элементийг суналтын арматур ба шахалтын бетоны саланги үеүдэд хувааж, гулзайлгах ба мушгих момент, ерөнхий босоо ба шилжисхийлтийн хүчний үйлчлэлээс тооцож олсон босоо (нормаль) ба шилжисхийлтийн хүчлэлийн үйлчлэлд үе бүрийг тусад нь тооцох замаар гүйцэтгэнэ.

Хананы бус хавтгайд гулзайлгах момент, мушгих момент ба босоо хүчний хамтарсан үйлчлэлд, хананы хавтгайд босоо ба шилжисхийлтийн хүчний хамтарсан үйлчлэлд бетон ба суналтын арматурын салангид үеүдэд хуваалгүйгээр тооцохыг зөвшөөрнө.

Хананы өөрийн хавтгай дахь тооцоог хязгаарын тэнцвэрийн ерөнхийлсөн тэгшитгэлд үндэслэсэн дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$(N_{x,ult} - N_x)(N_{y,ult} - N_y) - N_{xy}^2 \geq 0 \quad (8.110)$$

$$N_{x,ult} \geq N_x \quad (8.111)$$

$$N_{y,ult} \geq N_y \quad (8.112)$$

$$N_{xy,ult} \geq N_{xy} \quad (8.113)$$

Энд: N_x, N_y, N_{xy} - хавтгай эгэл элементийн хажуу талаар үйлчлэх босоо ба шилжисхийлтийн хүч;

$N_{x,ult}, N_{y,ult}, N_{xy,ult}$ - хавтгай эгэл элементийн хүлээн авах хязгаарын босоо ба шилжисхийлтийн хүч;

Хязгаарын босоо (нормаль) хүч $N_{x,ult}, N_{y,ult}$ -ын утгыг X, Y тэнхлэгтэй параллель босоо ба хэвтээ арматуртай хавтгай эгэл элементийн X, Y тэнхлэгт перпендикуляр босоо (нормаль) огтлолын тооцооноос 8.1.14-8.1.19-д зааснаар тодорхойлно.

Хязгаарын шилжисхийлтийн хүчний утгыг дараах байдлаар тодорхойлно.

Бетоны:

$$N_{bxy,ult} = 0.3R_b A_b \quad (8.114)$$

Энд: A_b - эгэл элементийн бетоны хөндлөн огтлолын ажлын талбай;
Суналтын дагуу арматурын:

$$N_{sxy,ult} = 0.5R_s (A_{sx} + A_{sy}) \quad (8.115)$$

Энд: A_{sx} ба A_{sy} – эгэл элементэд X , Y тэнхлэгийн чиглэл дэх дагуу арматурын огтлолын талбай.

Хананы бус хавтгай дахь тооцоог босоо хүчний нөлөөг бодолцож хязгаарын гулзайлтын моментыг утгыг тодорхойлж, хучилтын хавтгай хавтангийн тооцоотой адил хийнэ.

Эгэл элементийн диагональ огтлолд дотоод хүчлэл ба эгэл элементийн хажуу талаар үйлчлэх гадаад хүчлэлийн тэнцвэрийн үндсэн дээр гарган авсан өөр аргуудыг хавтгай эгэл элементийн бат бэхийн тооцоонд хэрэглэхийг зөвшөөрнө.

8.1.58 Хананы хавтгай эгэл элементийн бат бэхийн тооцоог дагуу хүчний нөлөөг бодолцон хөндлөн хүчний үйлчлэлд хавтангийн тооцоотой адил хийнэ.

8.1.59 Хавтангийн ан цав тэсвэрлэлтийн тооцоог (элементийн дагуу тэнхлэгт босоо ан цавын үүсэлт ба нээгдэлтээр) зааснаар гулзайлгах моментыг үйлчлэлд (мушгих моментыг бодолцохгүй) 8.2 бүлэгт зааснаар хийнэ.

8.2 ТӨМӨРБЕТОН БҮТЭЭЦИЙН ЭЛЕМЕНТИЙН ХОЁРДУГААР БҮЛГИЙН ХЯЗГААРЫН ТӨЛӨВИЙН ТООЦОО

Нийтлэг үндэслэл

8.2.1 Хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөвөөр дараах тооцоог хийнэ. Үүнд:

- ан цав үүсэлтийн тооцоо;
- ан цав нээгдэлтийн тооцоо;
- хэв гажилтын тооцоо.

8.2.2 Ан цав үүсэлтийн тооцоог ан цавгүй байх шаардлага (4.3)-ыг зайлшгүй хангах тохиолдолд, түүнчлэн ан цав нээгдэлт, хэв гажилтаар тооцох үед нэмэлт тооцоо хэлбэрээр хийнэ.

8.2.3 Ан цав үүсэхээс сэргийлэх зорилгоор ан цав үүсэлтийн тооцоонд ачааллын найдваршлын илтгэлцүүрийг $\gamma_f > 1,0$ (бат бэхийн тооцооны үеийнхтэй адил) байхаар авна. Ан цав нээгдэлт болон хэв гажилтын (ан цав үүсэлтийн нэмэлт тооцоо орно) тооцооны үед ачааллын найдваршлын илтгэлцүүрийг $\gamma_f = 1,0$ гэж авна.

Төмөрбетон элементийн ан цав үүсэлт, нээгдэлтийн тооцоо

8.2.4 Төмөрбетон элементийн ан цав үүсэлтийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$M > M_{crc} \quad (8.116)$$

Энд: M - элементийн хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвийг дайрсан бөгөөд моментыг үйлчлэлийн хавтгайд босоо (нормаль) тэнхлэгт харьцуулсан гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент;

M_{crc} - ан цав үүсэх үед элементийн босоо (нормаль) огтлолын хүлээн авах гулзайлгах момент, үүнийг (8.121) томъёогоор тодорхойлно.

Төвийн суналтын элементэд ан цав үүсэлтийг дараах нөхцөлөөр тодорхойлно.

$$N > N_{crc} \quad (8.117)$$

Энд: N - гадаад ачааллаас үүсэх дагуу сунгах хүчлэл;

N_{crc} - ан цав үүсэх үеийн элементийн хүлээн авах дагуу сунгах хүчлэл,

8.2.13-т зааснаар тодорхойлно.

8.2.5 (8.116) эсвэл (8.117) нөхцөл биелж байгаа тохиолдолд ан цав нээгдэлтийн тооцоог хийнэ. Төмөрбетон элементийг ан цавыг байнгын ба байнгын бус нээгдэлтээр тооцно.

Байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн тооцоог тогтмол ба түр (удаан ба богино хугацааны) харин байнгын ан цавын нээгдэлтийн тооцоог зөвхөн тогтмол ба удаан хугацааны түр ачааны хамтарсан үйлчлэлд хийнэ (4.6).

8.2.6 Ан цав нээгдэлтийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$a_{crc} \leq a_{crc,ult} \quad (8.118)$$

Энд: a_{crc} - гадаад ачааллын үйлчлэлээс үүсэх ан цавын нээгдэлтийн өргөн,

үүнийг 8.2.7, 8.2.15-8.2.17 -д зааснаар тодорхойлно.

$a_{crc,ult}$ - ан цавын нээгдэлтийн хязгаарын зөвшөөрөгдөх өргөн.

$a_{crc,ult}$ утгыг дараах байдлаар авна. Үүнд:

а) арматурын хамгаалалтыг хангах нөхцөлөөр

A240...A600, B500 ангийн арматурын хувьд:

0,3 мм - байнгын ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

0,4 мм - байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

A800, A1000, Bp1200-Bp1400, K1400, K1500(K-19) ба K1500(K-7), K1600 -ангийн 12мм-ээс дээш голчтой арматурын хувьд:

0,2 мм - байнгын ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

0,3 мм - байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

Bp1500, K1500(K-7), K1600, K1700, K1800, K1900 ангийн 12мм-ээс доош голчтой арматурын хувьд:

0,1 мм - байнгын ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

0,2 мм - байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

б) бүтээцийн нэвчилтийг хязгаарлах нөхцөлөөс:

0,2 мм - байнгын ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

0,3 мм - байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн өргөн.

8.2.7 Төмөрбетон элементийн тооцоог байнгын ба байнгын бус босоо ба налуу ан цавын нээгдэлтээр хийнэ.

Байнгын ан цавын нээгдэлтийн өргөнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$a_{crc} = a_{crc,1} \quad (8.119)$$

Байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн өргөнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$a_{crc} = a_{crc,1} + a_{crc,2} - a_{crc,3} \quad (8.120)$$

Энд: $a_{crc,1}$ - тогтмол ба удаан хугацааны түр ачааны үйлчлэлээс үүсэх байнгын ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

$a_{crc,2}$ - тогтмол ба түр (удаан ба богино хугацааны) ачааны үйлчлэлээс үүсэх байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн өргөн;

$a_{crc,3}$ - тогтмол ба удаан хугацааны түр ачааны үйлчлэлээс үүсэх байнгын бус ан цавын нээгдэлтийн өргөн.

Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо ан цав үүсэх үеийн моментыг тодорхойлох

8.2.8 Ан цав үүсэх үеийн гулзайлгах момент M_{crc} -ыг ерөнхий тохиолдолд

8.2.14-д зааснаар хэв гажилтын загвараар тодорхойлно.

Тэгш өнцөгт, тавр эсвэл двутавр огтлолтой, дээд ба доод талс гадаргад байрласан арматуртай элементийн хувьд ан цав үүсэх үеийн моментыг бетоны суналтын харимхай бус хэв гажилтыг бодолцон, 8.2.10-8.2.12-д зааснаар тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

8.2.9 Ан цав үүсэх үеийн гулзайлгах моментыг бетоны суналтын харимхай бус хэв гажилтыг бодолцолгүйгээр (8.121) томъёонд $W_{pl} = W_{red}$ гэж аван 8.2.11-д зааснаар тодорхойлохыг зөвшөөрнө. Хэрэв энэ тохиолдолд (8.118) эсвэл (8.139) нөхцөл хангагдахгүй байвал ан цав үүсэх үеийн моментыг бетоны суналтын харимхай бус хэв гажилтыг бодолцож тодорхойлно.

8.2.10 Ан цав үүсэх үеийн моментыг бетоны суналтын харимхай бус хэв гажилтыг тооцон, дараах нөхцөлүүдийг бодолцон тодорхойлно. Үүнд:

- хэв гажсаны дараах огтлол хавтгай хэвээр байна.
- бетоны шахалтын бүсийн хүчдэлийн эпюрийг харимхай биеийн адилаар гурвалжин хэлбэрээр авна (8.17-р зураг);
- бетоны суналтын бүсийн хүчдэлийн эпюрийг трапец хэлбэрээр авах ба хүчдэл нь бетоны суналтын тооцооны эсэргүүцэл $R_{bt,ser}$ -ийн утгаас хэтрэхгүй байна.
- бетоны суналтад ажиллах захын үеийн/волокну/ харьцаат хэв гажилтыг ачааллын богино хугацааны үйлчлэлийн үед түүний хязгаарын утга $\varepsilon_{bt,ult}$ -тай тэнцүүгээр авна (8.1.30). Элементийн огтлол дахь хэв гажилтын эпюр хоёр тэмдэгтэй үед $\varepsilon_{bt,ult} = 0,00015$ гэж авна.

-арматурын хүчдэлийг харимхай биеийн адилаар харьцаат хэв гажилтаас хамааруулан авна.

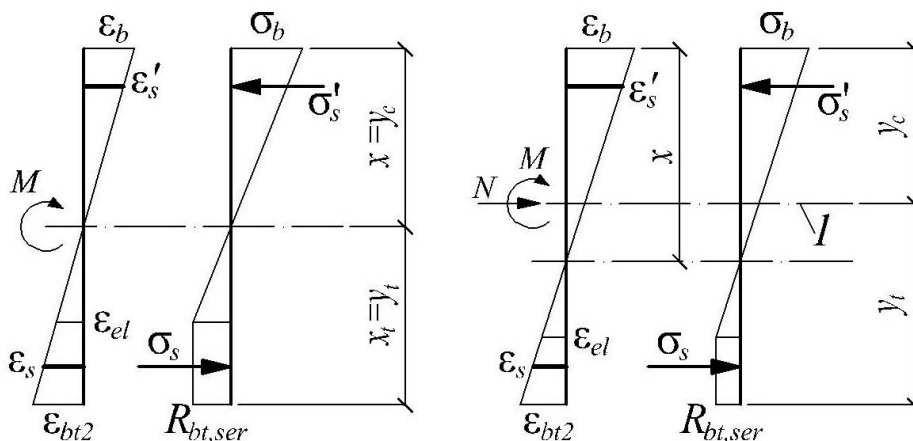
8.2.11 Бетонд ан цав үүсэх үеийн моментыг бетоны суналтын харимхай бус хэв гажилтыг бодолцож дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} \pm N \cdot e_x \quad (8.121)$$

Энд: W_{pl} - бетоны захын суналтын үеийн (волокну) огтлолын харимхай-налархай эсэргүүцлийн момент, үүнийг 8.2.10-д заасан нөхцөлүүдийг бодолцож тодорхойлно;

e_x - дагуу хүч N -ний үйлчлэлийн цэгээс (элементийн хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвд үйлчлэх) ан цав үүсэлтийг нь шалгаж буй суналтын бүсээс хамгийн хол орших цөм цэг хүртэлх зай.

(8.121) томъёон дахь “нэмэх” тэмдгийг шахах дагуу хүч N -ний үед, “хасах” тэмдгийг сунгах хүчний үед тус тус авна.



- 1-хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвийн түвшин
- а - гулзайлгах момент үйлчлэх үеийн,
- б - гулзайлгах момент ба дагуу хүч үйлчлэх үеийн

8.17-р зураг. Элементийн огтлолын ан цав үүсэлтийг шалгах үеийн хүчдэл-хэв гажилтын төлөвийн бүдүүвч

Тэгш өнцөгт ба шахалтын бүсдээ тавцантай тавр огтлолын хувьд W_{pl} утгыг тэгш хэмийн тэнхлэгийн хавтгайд момент үйлчилсэн үед дараах утгатай тэнцүүгээр авахыг зөвшөөрнө.

$$W_{pl} = 1,3W_{red} \quad (8.122)$$

Энд: W_{red} –суналтын бүсээр авсан хөрвүүлсэн огтлолын эсэргүүцлийн харимхай момент, үүнийг 8.2.12-т зааснаар тодорхойлно.

8.2.12 Эсэргүүцлийн момент W_{red} ба e_x зайг дараах томъёогоор олно.

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_t} \quad (8.123)$$

$$e_x = \frac{W_{red}}{A_{red}} \quad (8.124)$$

Энд: I_{red} - хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвд харьцуулсан инерцийн момент;

$$I_{red} = I + I_{red}\alpha + I'_{red}\alpha \quad (8.125)$$

I, I_{red}, I'_{red} - харгалзан бетоны болон суналт, шахалтад ажиллах арматурын огтлолын инерцийн момент;

A_{red} -элементийн хөрвүүлсэн огтлолын талбай, дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$A_{red} = A + A_s\alpha + A'_s\alpha \quad (8.126)$$

α -арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүр

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}$$

A, A_s, A'_s - харгалзан бетоны болон суналт, шахалтад ажиллах арматурын огтлолын талбай;

y_t - бетоны хамгийн их сунах судлаас (волокну) хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай

$$y_t = \frac{S_{t,red}}{A_{red}}$$

Энд: $S_{t,red}$ -бетоны хамгийн их сунах судал (волокну)-тай харьцуулсан элементийн хөрвүүлсэн огтлолын талбайн статик момент.

Эсэргүүцлийн момент W_{red} -г арматурыг бодолцохгүйгээр тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

8.2.13 Төвийн суналтын элементийн ан цав үүсэх үеийн хүчлэл N_{crc} -г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N_{crc} = A_{red} R_{bt,ser} \quad (8.127)$$

8.2.14 Ан цав үүсэх үеийн моментыг шугаман бус хэв гажилтын загварын үндсэн дээр тодорхойлохдоо 6.1.24 ба 8.1.20-8.1.30-д заасан нийтлэг үндэслэлийг хэрэглэнэ. Гэхдээ 6.1.22-д зааснаар бетоны суналтын төлөвийн диаграммаар тодорхойлогдох босоо огтлолын суналтын бүсийн бетоны ажлыг бодолцоно. Материалын тооцооны үзүүлэлтүүдийг II бүлгийн хязгаарын төлөвөөр авна.

M_{crc} -ийн утгыг 8.1.20-8.1.30-д заасан тэгшитгэлийн системийн шийдээр тодорхойлно. Ингэхдээ гадаад ачааллын үйлчлэлээс элементийн суналтын талс гадаргад үүсэх бетоны харьцаат хэв гажилт $\varepsilon_{bt,max}$ -г 8.1.30-д зааснаар

тодорхойлсон бетоны суналтын үеийн харьцаат хэв гажилтын хязгаарын утга $\varepsilon_{bt,ult}$ -тай тэнцүүгээр авна.

Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо ан цавын нээгдэлтийн өргөний тооцоо

8.1.15 Босоо ан цавын нээгдэлтийн өргөн $a_{crc,i}$ ($i=1, 2, 3$ - 8.2.7-г үз)-ийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$a_{crc} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \frac{\sigma_s l_s}{E_s} \quad (8.128)$$

энд: σ_s -тухайн гадаад ачааллаас ан цавтай босоо огтлолын суналтын дагуу арматурт үүсэх хүчдэл, үүнийг 8.2.16-д зааснаар тодорхойлно;

l_s -зэргэлдээ босоо ан цавуудын хоорондын суурь зай (арматурын гадаргуугийн төрлийн нөлөөг бодолцоогүй), үүнийг 8.2.17-д зааснаар тодорхойлно;

ψ_s -ан цавуудын хооронд суналтын арматурын харьцаат хэв гажилт жигд бус тархахыг бодолцсон илтгэлцүүр, $\psi_s = 1$ гэж авахыг зөвшөөрнө. Хэрэв (8.118) нөхцөл биелэхгүй бол ψ_s -н утгыг (8.138) томъёогоор тодорхойлно;

φ_1 - ачааны үйлчлэлийн хугацааг бодолцсон илтгэлцүүр, дараах байдлаар авна.

Үүнд:

1,0 -ачааллын богино хугацааны үйлчлэлд;

1,4 -ачааллын удаан хугацааны үйлчлэлд.

φ_2 -дагуу арматурын огтлолын хэлбэрийг бодолцсон илтгэлцүүр, дараах байдлаар авна. Үүнд:

0,5 -иржгэр гадаргуутай арматур ба таталган (канат);

0,8 -гөлгөр гадаргуутай арматурт.

φ_3 -ачаалагдах байдлыг тооцсон илтгэлцүүр, дараах байдлаар авна. Үүнд:

1.0 -гулзайлт ба төвийн бус шахалтад ажиллах элементэд;

1.2 -суналтын элементэд.

8.2.16 Гулзайлтын элементийн суналтын арматурын хүчдэл σ_s -ийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_s = \frac{M(h_o - y_c)}{I_{red}} \alpha_{s1} \quad (8.129)$$

Энд: I_{red}, y_c - элементийн хөрвүүлсэн огтлолын инерцийн момент ба шахалтын ирмэгээс хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай, үүнийг зөвхөн бетоны шахалтын бүсийн огтлолын талбай, суналт ба шахалтын арматурын огтлолын талбайг бодолцон 8.2.27-д зааснаар тодорхойлно. Тухайн томъёонд арматурыг бетонд шилжүүлэх илтгэлцүүрийн утгыг $\alpha_{s2} = \alpha_{s1}$ гэж авна.

Гулзайлтын элементийн хувьд $y_c = x$ (8.18-р зургийн а,б-г үз) байна.

Энд: x -бетоны шахалтын бүсийн өндөр, үүнийг $\alpha_{s2} = \alpha_{s1}$ үед 8.2.28-д зааснаар тодорхойлно.

Арматурыг бетонд шилжүүлэх илтгэлцүүр α_{s1} -г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_{b,red}} \quad (8.130)$$

Энд: $E_{b,red}$ -шахалтын бетоны хэв гажилтын хөрвүүлсэн модуль, үүнд шахалтын бетоны харимхай бус хэв гажилтыг бодолцдог ба дараах томъёогоор тодорхойлно.

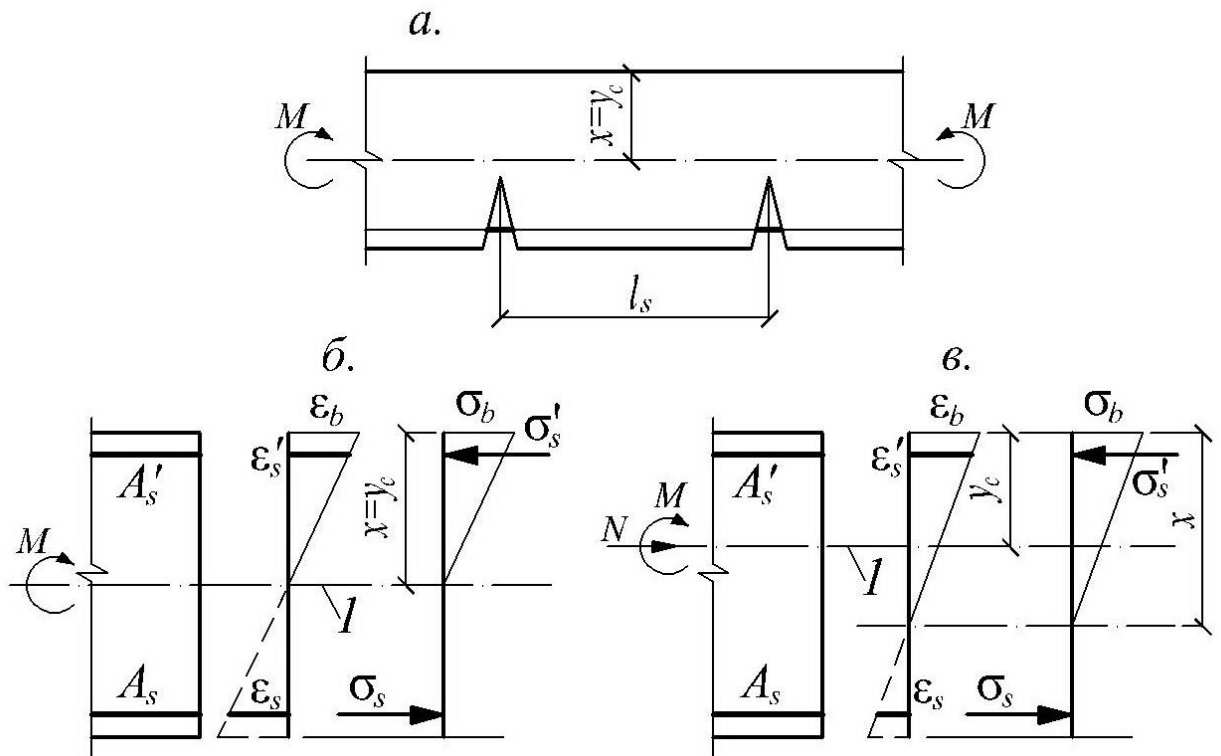
$$E_{b,red} = \frac{R_{b,ser}}{\varepsilon_{b1,red}} \quad (8.131)$$

Бетоны харьцаат хэв гажилт $\varepsilon_{b1,red}$ -г 0,0015-тай тэнцүүгээр авна.

Арматурын хүчдэл σ_s -ийг дараах томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$\sigma_s = \frac{M}{Z_s A_s} \quad (8.132)$$

Энд: Z_s - суналтын арматурын хүндийн төвөөс элементийн шахалтын бүсийн тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлийн үйлчлэх цэг хүртэлх зай.



1-хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвийн түвшин
а, б-гулзайлгах момент үйлчилсэн үед
в-гулзайлгах момент ба дагуу хүч үйлчилсэн үед

8.18-р зураг. Ан цавтай элементийн хүчдэл-хэв гажилтын төлөвийн бүдүүвч

Шахалтын арматургүй (эсвэл тооцоогүй) тэгш өнцөгт огтлолтой элементэд Z_s -г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$Z_s = h_o - \frac{x}{3} \quad (8.133)$$

Тэгш өнцөгт, тавр (тавцан нь шахалтын бүсэд байх), двутавр огтлолтой элементийн хувьд Z_s -н утгыг $0,8h_o$ -той тэнцүүгээр авахыг зөвшөөрнө.

Гулзайлгах момент M ба дагуу хүч N үйлчлэх үед суналтын арматурын хүчдэл σ_s -г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_s = \left[\frac{M(h_o - y_c)}{I_{red}} \pm \frac{N}{A_{red}} \right] \alpha_{s1} \quad (8.134)$$

Энд: A_{red}, y_c -элементийн хөрвүүлсэн огтлолын талбай ба бетоны хамгийн их шахагдсан судлаас бетоны хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай. Энэ зайг

харимхай элементийн огтлолын геометр шинжийн тооцооны ерөнхий дүрмээр, зөвхөн бетоны шахалтын бүсийн огтлол, суналт ба шахалтын арматурын хөндлөн огтлолын талбайг бодолцон 8.2.28-д зааснаар тодорхойлохдоо, арматурыг бетонд шилжүүлэх илтгэлцүүр α_{s1} -г авна.

Арматурын хүчдэл σ_s -ийг дараах томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$\sigma_s = \frac{N(e_s \pm z_s)}{A_s z_s} \quad (8.135)$$

Энд: e_s -суналтын арматурын хүндийн төвөөс дагуу хүч N үйлчлэх цэг хүртэлх зай, үүнийг $\frac{M}{N}$ -тэй тэнцүү эксцентриситетийг тооцож авна.

Тэгш өнцөгт огтлолтой элементэд шахалтын арматургүй (эсвэл тооцоогүй) үед z_s -г (8.133) томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө. Энэ томъёонд дахь бетоны

шагалтын бүсийн өндөр x_m -ийг дагуу хүчний нөлөөг тооцон 8.2.28-д зааснаар тодорхойлохдоо арматурыг бетонд шилжүүлэх илтгэлцүүрийг $\alpha_{s2} = \alpha_{s1}$ гэж авна.

Тэгш өнцөгт, тавр (тавцан нь шахалтын бүсэд байх), двутавр огтлолтой элементэд Z_s -н утгыг $0,7h_o$ -той тэнцүүгээр авахыг зөвшөөрнө.

(8.134) ба (8.135) томъёоны “нэмэх” тэмдгийг сунгах, “хасах” тэмдгийг шахах дагуу хүчний үед авна.

Арматурын хүчдэл σ_s -ийн утга $R_{s,ser}$ -ээс хэтрэхгүй байна.

8.2.17 Ан цавуудын хоорондох суурь зай l_s -г дараах томъёогоор тодорхойлно. Үүнийг $10d_s$ ба 10 см-ээс багагүй, $40d_s$ ба 40 см-ээс ихгүйгээр авна.

$$l_s = 0,5 \frac{A_{bt}}{A_s} d_s \quad (8.136)$$

Үүнд: A_{bt} - суналтын бетоны хөндлөн огтлолын талбай;

A_s – суналтын арматурын хөндлөн огтлолын талбай;

d_s – арматурын нэрлэсэн голч.

Хөндлөн огтлолын талбай A_{bt} -н утгыг бетоны суналтын бүсийн өндөр x_t -өөр, 8.2.8 - 8.2.14-д заасан ан цав үүсэх үеийн моментын тооцооны дүрмээр тодорхойлно.

Ямар ч тохиолдолд A_{bt} -ийн утгыг өндөр нь $2a$ -с багагүй, $0,5h$ -с ихгүй хязгаарын дотор байх үед хөндлөн огтлолын талбайтай тэнцүүгээр авна.

8.2.18 ψ_s илтгэлцүүрийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\psi_s = 1 - 0,8 \cdot \frac{\sigma_{s,crc}}{\sigma_s} \quad (8.137)$$

Энд: $\sigma_{s,crc}$ -босоо ан цав үүссэний дараахан агшинд ан цавтай огтлолын суналтын дагуу арматурын хүчдэл, 8.2.16-д зааснаар, томъёонуудад $M = M_{crc}$ утгыг авч тодорхойлно.

σ_s - тухайн ачааллын үеийн суналтын дагуу арматурын хүчдэл.

Гулзайлтад ажиллах элементэд ψ_s илтгэлцүүрийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\psi_s = 1 - 0,8 \cdot \frac{M_{crc}}{M} \quad (8.138)$$

Энд: M_{crc} -г (8.121) томъёогоор олно.

Төмөрбетон бүтээцийн элементийн хэв гажилтын тооцоо

8.2.19 Төмөрбетон бүтээцийн элементийн хэв гажилтын тооцоог тухайн бүтээцэд тавигдах ашиглалтын үеийн шаардлагыг бодолцон хийнэ.

Хэв гажилтын тооцоог дараах ачааллын үйлчлэлд хийнэ. Үүнд:

- технологийн эсвэл бүтээцлэлийн шаардлагаар хэв гажилтыг хязгаарлах үед тогтмол, удаан ба богино хугацааны түр ачаалалд (4.6);
- гоо зүйн шаардлагаар хэв гажилтыг хязгаарлах үед тогтмол ба удаан хугацааны түр ачаалалд.

8.2.20 Элементийн зөвшөөрөгдөх хэв гажилтын хязгаарын утгыг БНБД 20-04-17-д зааснаар болон бүтээцийн тусгайлсан төрлүүдэд зориулсан норматив баримт бичгүүдэд зааснаар авна.

Төмөрбетон элементийн хотойлтын тооцоо

8.2.21 Төмөрбетон элементийн хотойлтын тооцоог дараах нөхцөлөөр гүйцэтгэнэ.

$$f \leq f_{uit} \quad (8.139)$$

Үүнд: f – гадаад ачааллын үйлчлэлээр төмөрбетон элементэд үүсэх хотойлт;

f_{uit} – төмөрбетон элементийн зөвшөөрөгдөх хотойлтын хязгаарын утга.

Төмөрбетон бүтээцийн хотойлтыг элементийн уртын дагуух огтлолуудын гулзайлтын, шилжисхийлтийн, тэнхлэгийн хэв гажилтын шинж чанараас (мурийлт, шилжисхийлтийн өнцөг, г.м) нь хамааруулан барилгын механикийн ерөнхий зарчимаар тодорхойлно.

Төмөрбетон элементийн хотойлт нь үндсэндээ гулзайлтын хэв гажилтаас хамааралтай байгаа тохиолдолд хотойлтын утгыг 8.2.22 ба 8.2.31-д зааснаар хөшүүншлийн шинжээр нь тодорхойлно.

8.2.22 Уртын дагуудаа тогтмол хөндлөн огтлолтой, ан цавгүй гулзайлтын элементийн хотойлтыг (8.143) томъёогоор тодорхойлсон хөндлөн огтлолын хөшүүншлийг ашиглан барилгын механикийн ерөнхий зарчмаар тодорхойлно.

Төмөрбетон элементийн мурийлтыг тодорхойлох

8.2.23 Гулзайлт, төвийн бус шахалт, төвийн бус суналтын элементүүдийн хотойлтыг тооцохдоо мурийлтыг дараах байдлаар тодорхойлно. Үүнд:

- а) суналтын бүсэд дагуу тэнхлэгт нормаль ан цав үүсэхгүй элемент эсвэл элементийн хэсгүүдийн хувьд 8.2.24, 8.2.26-д зааснаар;
- б) суналтын бүсэд ан цавтай элемент эсвэл элементийн хэсгүүдийн хувьд 8.2.24, 8.2.25, 8.2.27-д зааснаар.

Тогтмол, удаан хугацааны болон богино хугацааны түр ачааллуудаас бүрдэх нийт ачааллын үед ан цав үүсэхгүй [өөрөөр хэлбэл (8.116) нөхцөл биелэхгүй тохиолдолд] элемент эсвэл элементийн хэсгийг ан цавгүй гэж үзнэ.

Ан цавтай болон ан цавгүй төмөрбетон элементийн мурийлтыг хэв гажсан загварт үндэслэн 8.2.32 заалтын дагуу тодорхойлж болно.

8.2.24 Гулзайлт, төвийн бус шахалт ба төвийн бус суналтын элементийн бүрэн мурийлтыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

Суналтын бүсдээ ан цавгүй хэсэгт:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2; \quad (8.140)$$

Суналтын бүсдээ ан цавтай хэсэгт:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 - \left(\frac{1}{r}\right)_2 + \left(\frac{1}{r}\right)_3. \quad (8.141)$$

(8.140) томъёонд:

$\left(\frac{1}{r}\right)_1, \left(\frac{1}{r}\right)_2$ – харгалзан богино хугацааны түр ачааллын түр хугацааны үйлчлэлээс болон тогтмол ба удаан хугацааны түр ачааллын удаан хугацааны үйлчлэлээс тус тус үүсэх мурийлтууд.

(8.141) томъёонд:

$\left(\frac{1}{r}\right)_1$ - хэв гажилтын тооцоог гүйцэтгэж буй нийт ачааллын түр хугацааны үйлчлэлээс үүсэх мурийлт;

$\left(\frac{1}{r}\right)_2$ - тогтмол ба удаан хугацааны түр ачааллуудын түр хугацааны үйлчлэлээс үүсэх мурийлт;

$\left(\frac{1}{r}\right)_3$ - тогтмол ба удаан хугацааны түр ачааллын удаан хугацааны үйлчлэлээс үүсэх мурийлт.

$\left(\frac{1}{r}\right)_1, \left(\frac{1}{r}\right)_2, \left(\frac{1}{r}\right)_3$ мурийлтуудыг 8.2.25-д заасны дагуу тодорхойлно.

8.2.25 Төмөрбетон элементэд харгалзах ачааллаас (8.2.24) үүсэх мурийлт $\frac{1}{r}$ –г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{D}, \quad (8.142)$$

Энд: M -элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвийг дайрсан, гулзайлгах моментын үйлчлэлийн хавтгайд босоо (нормаль) тэнхлэгтэй харьцуулсан гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент (дагуу хүч N -ээс үүсэх моментыг бодолцсон);

D -элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын гулзайлтын хөшүүншил, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$D = E_{b1} \cdot I_{red} \quad (8.143)$$

Энд: E_{b1} -бетоны шахалтын хэв гажилтын модуль, үүнийг ачааллын үйлчлэлийн хугацаанаас хамааруулан ан цавтай ба ан цавгүй эсэхийг бодолцон тодорхойлно;

I_{red} -огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын инерцийн момент, үүнийг ан цавтай ба ан цавгүй эсэхийг бодолцон тодорхойлно.

Бетоны хэв гажилтын модуль E_{b1} ба хөрвүүлсэн огтлолын инерцийн момент I_{red} -ийн утгуудыг суналтын бүсдээ ан цавгүй ба ан цавтай элементүүдэд харгалзан 8.2.26 ба 8.2.27-аар тус тус тодорхойлно.

Төмөрбетон элементийн суналтын бүсдээ ан цавгүй хэсгийн хөшүүншил

8.2.26 Төмөрбетон элементийн суналтын бүсдээ ан цавгүй хэсгийн хөшүүншил D -г (8.143) томъёогоор тодорхойлно.

Хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвтэй харьцуулсан инерцийн момент I_{red} -г бетоны огтлолын нийт талбай ба арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүр α -аар үржүүлэн авсан арматурын огтлолын талбайг бодолцон авсан цул биетийн адилаар харимхай элементийн эсэргүүцлийн ерөнхий зарчмаар тодорхойлно.

$$I_{red} = I + I_s \cdot \alpha + I'_s \cdot \alpha \quad (8.144)$$

Энд: I – элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвтэй харьцуулсан бетон огтлолын инерцийн момент;

I_s, I'_s – элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвтэй харьцуулсан харгалзан суналтын ба шахалтын арматуруудын огтлолын талбайн инерцийн момент;

α – арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүр.

$$\alpha = \frac{E_s}{E_{b1}} \quad (8.145)$$

I -ийн утгыг харимхай элементийн огтлолын геометр шинжийг тооцдог ерөнхий зарчмаар тодорхойлно.

Инерцийн момент I_{red} -г арматурыг бодолцохгүйгээр тодорхойлж болно.

(8.143) ба (8.145) томъёо дахь бетоны хэв гажилтын модулийг дараах байдлаар авна.

Ачааллын түр хугацааны үйлчлэлтэй үед:

$$E_{b1} = 0,85 \cdot E_b \quad (8.146)$$

Ачааллын үргэлжилсэн үйлчлэлтэй үед:

$$E_{b1} = E_{br} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}} \quad (8.147)$$

Энд: $\varphi_{b,cr}$ - 6.12-р хүснэгтээс авна.

Төмөрбетон элементийн суналтын бүсдээ ан цавтай хэсгийн хөшүүншил

8.2.27 Төмөрбетон элементийн суналтын бүсдээ ан цавтай хэсгийн хөшүүншлийг дараах байдлуудыг бодолцон тодорхойлно. Үүнд:

- хэв гажсаны дараа огтлол хавтгай хэвээрээ байна;
- шахалтын бүсийн бетоны хүчдэлийг харимхай биеийн адилаар тодорхойлно;
- босоо (нормаль) ан цав бүхий огтлолд бетоны суналтын ажлыг бодолцохгүй;
- зэргэлдээ босоо ан цавуудын хоорондох хэсэгт бетоны суналтын ажлыг ψ_s илтгэлцүүрийн тусламжтайгаар тооцно.

Төмөрбетон элементийн ан цавтай хэсгийн хөшүүншил D-ийг (8.143) томъёогоор тодорхойлох ба ан цавгүй үеийн хөшүүншлээс ихгүйгээр авна.

Бетоны шахалтын хэв гажилтын модулийн утга E_{b1} -г тухайн ачаалал (*түр хугацааны ба үргэлжилсэн үйлчлэл*)-д бетоны тооцооны эсэргүүцэл $R_{b,ser}$ үед (6.9) томъёогоор тодорхойлсон хэв гажилтын хөрвүүлсэн модулийн утга $E_{b,red}$ -тай тэнцүүгээр авна.

Элементийн хүндийн төвтэй харьцуулсан хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын инерцийн момент I_{red} -г харимхай элементийн эсэргүүцлийн ерөнхий зарчмаар тодорхойлно, ингэхдээ зөвхөн шахалтын бүсийн бетоны огтлолын талбай, шахалт ба суналтын арматурын огтлолын талбайг арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүр α_{s1}, α_{s2} -тэй тус тус бодолцож дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$I_{red} = I_b + I_s \cdot \alpha_{s2} + I'_s \cdot \alpha_{s1} \quad (8.148)$$

Энд: I_b, I_s, I'_s – суналтын бетоныг тооцохгүйгээр авсан хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй шахалтын бүсийн бетон, суналт ба шахалтын арматурын огтлолуудын талбайн харгалзах инерцийн момент.

I_s ба I'_s утгуудыг материалын эсэргүүцлийн ерөнхий дүрмээр тодорхойлох ба ингэхдээ суналтын бүсийн бетоныг тооцолгүй бетоны хамгийн их шахагдах үеэс (волокно) хөрвүүлсэн (хөрвүүлэх α_{s1} ба α_{s2} илтгэлцүүрүүдийг авч) хөндлөн огтлолын хүндийн төв хүртэлх зайг (8.19-р зураг) авна. Гулзайлтын элементэд:

$$y_{cm} = x_m$$

Энд: x_m -бетоны шахалтын бүсийн дундаж өндөр, үүнд ан цав хоорондын суналтын бетоны ажлын нөлөөг бодолцдог ба 8.2.28 (8.19-р зураг)-ын дагуу тодорхойлно.

I_b ба y_{cm} утгуудыг харимхай элементийн огтлолын геометр шинжүүдийг тооцдог ерөнхий дүрмээр тодорхойлно.

Арматурыг бетонд хөрвүүлэх α_{s1} ба α_{s2} илтгэлцүүрүүдийг 8.2.30-д заасны дагуу тодорхойлно.

8.2.28 Гулзайлтын элементийн зааг тэнхлэгийн байрлал (бетоны шахалтын бүсийн дундаж өндөр)-ыг дараах тэгшитгэлээс тодорхойлно.

$$S_{b0} = \alpha_{s2} \cdot S_{s0} - \alpha_{s1} \cdot S'_{s0} \quad (8.149)$$

Энд: S_{b0} , S_{s0} , S'_{s0} -зааг тэнхлэгтэй харьцуулсан харгалзан шахалтын бүсийн бетон, суналт ба шахалтын арматурын статик момент.

Зөвхөн суналтын арматуртай тэгш өнцөгт огтлолын хувьд шахалтын бүсийн өндрийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$x_m = h_0 \left(\sqrt{(\mu_s \alpha_{s2})^2 + 2\mu_s \alpha_{s2}} - \mu_s \alpha_{s2} \right) \quad (8.150)$$

Энд: $\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0}$

Суналтын ба шахалтын арматуртай тэгш өнцөгт огтлолын хувьд шахалтын бүсийн өндрийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$x_m = h_0 \left[\sqrt{(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1})^2 + 2 \left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} \frac{a'}{h_0} \right) - (\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1})} \right] \quad (8.151)$$

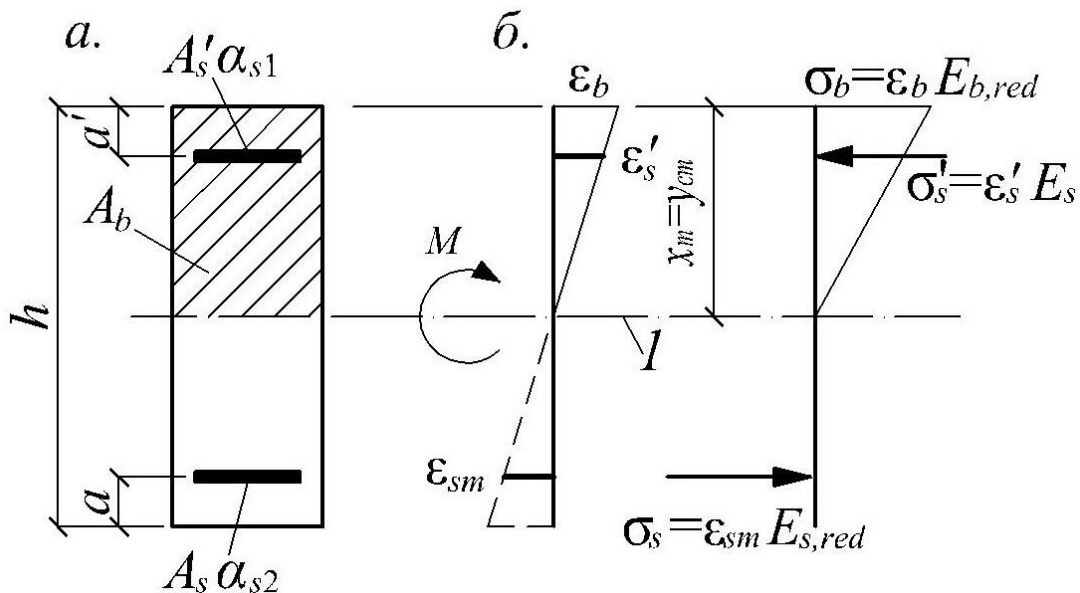
Энд: $\mu'_s = \frac{A'_s}{bh_0}$

Тавр (шахалтын бүсдээ тавцантай) болон двутавр огтлолын шахалтын бүсийн өндрийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$x_m = h_0 \left[\sqrt{(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} + \mu'_f)^2 + 2 \left(\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} \frac{a'}{h_0} + \mu'_f \frac{h'_f}{2h_0} \right) - (\mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} + \mu'_f)} \right] \quad (8.152)$$

Энд: $\mu'_f = \frac{A'_f}{bh_0}$

A'_f – шахалтын тавцангийн өнгийлтийн огтлолын талбай.



1 -суналтын бүсийн бетоныг тооцоогүй хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвийн түвшин

а -хөрвүүлсэн хөндлөн огтлол,

б -ан цавтай элементийн хүчдэл - хэв гажилтын төлөвийн бүдүүвч

8.19-р зураг. Гулзайлгах моментын үйлчлэлд хэв гажилтаар тооцох бүдүүвч

Төвийн бус шахалтын ба төвийн бус суналтын элементийн зааг тэнхлэгийн байрлалыг (шахалтын бүсийн өндөр) дараах тэгшитгэлээс тодорхойлно.

$$y_N = \frac{I_{b0} + \alpha_{s1} I'_{s0} + \alpha_{s2} I_{s0}}{S_{b0} + \alpha_{s1} S'_{s0} - \alpha_{s2} S_{s0}} \quad (8.153)$$

Энд: y_N – зааг тэнхлэгээс бүрэн огтлолын (ан цавыг тооцоогүй) хүндийн төвөөс

$e_0 = \frac{M}{N}$ зайд орших N дагуу хүчний үйлчлэх цэг хүртэлх зай;

$I_{b0}, I_{s0}, I'_{s0}, S_{b0}, S_{s0}, S'_{s0}$ - зааг тэнхлэгтэй харьцангуй шахалтын бүсийн бетон, суналт ба шахалтын арматуруудын харгалзах инерцийн момент ба статик момент.

Гулзайлгах момент M ба дагуу хүч N үйлчлэх үед тэгш өнцөгт огтлолын шахалтын бүсийн өндрийг дараах томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$x_m = x_M \pm \frac{I_{red} \cdot N}{A_{red} \cdot M} \quad (8.154)$$

Энд: x_M -гулзайлтын элементийн шахалтын бүсийн өндөр, үүнийг (8.149)-(8.152) томъёонуудаар тодорхойлно;

I_{red}, A_{red} - хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын инерцийн момент ба талбай, үүнийг бүрэн огтлолын (ан цавыг тооцоогүй) хувьд тодорхойлно.

Элементийн огтлолын геометр шинжүүдийн утгыг харимхай элементийн огтлолыг тооцох ерөнхий дүрмээр тодорхойлно.

(8.154) томъёонд $\ll + \gg$ тэмдгийг шахах, $\ll - \gg$ тэмдгийг сунгах дагуу хүчний үед авна.

8.2.29 Гулзайлтын төмөрбетон элементийн хөшүүншлийг дараах томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$D = E_{s,red} A_s z (h_0 - x_m) \quad (8.155)$$

Энд: z – суналтын арматурын хүндийн төвөөс шахалтын бүсийн тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлийн үйлчлэх цэг хүртэлх зай.

Шахалтын арматургүй (эсвэл тооцоогүй) тэгш өнцөгт огтлолтой элементийн хувьд z -ийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$z = h_0 - \frac{1}{3} x_m \quad (8.156)$$

Тэгш өнцөгт, тавр (шахалтын бүсдээ тавцантай) болон двутавр хөндлөн огтлолтой элементийн хувьд z утгыг $0,8h_0$ -тэй тэнцүүгээр авахыг зөвшөөрнө.

8.2.30 Арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүрийн утгыг дараах байдлаар авна.

Шахалтын арматурт:

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_{b,red}} \quad (8.157)$$

Суналтын арматурт:

$$\alpha_{s2} = \frac{E_{s,red}}{E_{b,red}} \quad (8.158)$$

Энд: $E_{b,red}$ -бетоны шахалтын хэв гажилтын хөрвүүлсэн модуль, ачааллын богино ба удаан үйлчлэлийн үед R_b -г $R_{b,ser}$ -р сольж (6.9) томъёогоор тодорхойлно;

$E_{s,red}$ -суналтын арматурын хэв гажилтын хөрвүүлсэн модуль, үүнийг ан цав хоорондын суналтын бетоны ажлын нөлөөг бодолцон дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$E_{s,red} = \frac{E_s}{\psi_s} \quad (8.159)$$

ψ_s илтгэлцүүрийн утгыг (8.138) томъёогоор тодорхойлно.

$\psi_s = 1$ гэж авахыг зөвшөөрнө, үүнээс улбаалан $\alpha_{s2} = \alpha_{s1}$ болно. Энэ тохиолдолд

хэрэв (8.139) нөхцөл биелэгдэхгүй бол (8.138) томъёогоор тодорхойлсон ψ_s илтгэлцүүрийг авч тооцоог хийнэ.

8.2.31 Төмөрбетон элементийн хотойлтыг мурийлт $\left(\frac{1}{r}\right)$ -ын оронд гулзайлтын хөшүүншил D -г шууд авч барилгын механикийн ерөнхий дүрмээр тодорхойлж болно. Ингэхдээ тооцооны хамаарал дахь харимхай гулзайлтын шинж EI -г 8.2.25 ба 8.2.29-д өгсөн томъёонуудаар тооцсон D -р солих замаар авна.

Богино хугацааны ба удаан хугацааны ачааллын хамтын үйлчлэлийн үед суналтын бүсдээ ан цавтай ба ан цавгүй элементийн нийт хотойлтыг тухайн ачааллуудаас үүсэх хотойлтуудыг нэмэх замаар тодорхойлно. Энэ нь 8.2.24-р тодорхойлсон мурийлтуудыг нэмж авахтай ижил ба хөшүүншлийн шинж D -г авч үзэж байгаа ачааллын энэ заалт дахь үйлчлэлийн хугацаанаас хамааруулан авна.

Суналтын бүсдээ ан цавтай элементийн хөшүүншлийн шинж D -г тодорхойлох үед $\psi_s = 1$ илтгэлцүүрийг авахыг зөвшөөрнө. Энэ тохиолдолд богино хугацааны ба удаан хугацааны ачааллын хамтарсан үйлчлэлийн үед ан цавтай гулзайлтын элементэд үүсэх нийт хотойлтыг богино хугацааны ачааллын *түр хугацааны үйлчлэлээс* үүсэх болон удаан хугацааны ачааллын *үргэлжилсэн үйлчлэлээс* үүсэх хотойлтуудыг нэмэх замаар тодорхойлох ба ингэхдээ хөшүүншлийн шинж D -ийн харгалзах утгуудыг авна, өөрөөр хэлбэл ан цавгүй элементийн хувьд авдагтай ижил байна.

Төмөрбетон элементийн мурийлтыг шугаман бус хэв гажилтын загварт үндэслэн тодорхойлох

8.2.32 Төмөрбетон элементийн бүрэн мурийлтыг огтлолын суналтын бүсдээ ан цавгүй хэсэгт (8.140) томъёогоор, харин огтлолын суналтын бүсдээ ан цавтай хэсэгт (8.141) томъёогоор тодорхойлно.

(8.140) ба (8.141) томъёонууд дахь мурийлтын утгуудыг (8.26) – (8.30) тэгшитгэлүүдийн системийг бодож тодорхойлно. Ингэхдээ суналтын бүсдээ босоо (нормаль) ан цавтай элементийн хувьд ан цавыг дайрсан арматурын хүчдэлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_{sj} = \frac{E_{sj} \cdot \nu_{sj} \cdot \epsilon_{sj}}{\psi_{sj}} \quad (8.160)$$

Энд:

$$\psi_{sj} = \frac{1}{1 + 0,8 \frac{\epsilon_{sj,crc}}{\epsilon_{sj}}} \quad (8.161)$$

Энд: $\varepsilon_{sj,crs}$ -босоо (нормаль) ан цав илэрсний дараах ан цавтай огтлол дахь суналтын арматурын харьцаат хэв гажилт;

ε_{sj} -тооцооны тухайн үе шат дахь, ан цавыг дайрсан суналтын арматурын дундаж харьцаат хэв гажилт.

Ачааллын *түр хугацааны үйлчлэлээс* үүсэх мурийлтыг тодорхойлоход шахалт ба суналтын бетоны богино хугацааны хэв гажилтын диаграммыг, харин ачааллын *үргэлжилсэн үйлчлэлээс* үүсэх мурийлтыг тодорхойлоход II бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцооны үзүүлэлттэй бетоны удаан хугацааны хэв гажилтын диаграммыг тооцоонд ашиглана.

Гадаад ачааллын үйлчлэлийн тухайн тохиолдлуудад (хоёр хавтгай дахь гулзайлт, элементийн хөндлөн огтлолын тэгш хэмийн тэнхлэгийн хавтгай дахь гулзайлт г.м) (8.140) ба (8.141) томъёон дахь мурийлтын утгуудыг (8.1.26) – (8.1.28)-д өгсөн тэгшитгэлүүдийн системийг бодож тодорхойлно.

9. Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон бүтээц

9.1 Арматурын урьдчилан хүчдэл

9.1.1 Арматурын урьдчилан хүчдэл σ_{sp} -ийг халуунаар нь цувьсан болон халуунаар нь цувьж бэхжүүлсэн арматурт $0,9R_{s,n}$ -с ихгүйгээр, хүйтнээр нь сунган хэлбэржүүлсэн арматур ба татлаган (канат) арматурт $0,8R_{s,n}$ -с ихгүйгээр авна.

9.1.2 Урьдчилан хүчитгэсэн бүтээцийг тооцохдоо урьдчилан хүчитгэлийн алдагдлаас үүдэлтэй урьдчилан хүчитгэлийн бууралтыг бодолцоно. Энэхүү алдагдал нь татаж сунгах хүчлэлийг бетонд дамжуулж дуусахаас өмнөх алдагдал (анхдагч алдагдал) ба татаж сунгах хүчлэлийг бетонд дамжуулсны дараах алдагдал (хоёрдогч алдагдал)-ын нийлбэрээс бүрдэнэ.

Арматурыг тулгуур дээр тулж хүчитгэх үед дараах алдагдлуудыг бодолцоно.

Үүнд:

Анхдагч алдагдал – арматурын урьдчилсан хүчдэлийн сааралт, бүтээцийн дулааны боловсруулалтын үеийн температурын уналт, тээглүүр (анкер)-ний хэв гажилт ба хэв (тулгуур)-ний хэв гажилтаас үүсэх алдагдал;

Хоёрдогч алдагдал – бетоны агшилт ба гулсалтаас үүсэх алдагдал.

Арматурыг бетонд тулж хүчитгэх үед дараах алдагдлуудыг бодолцоно.

Үүнд:

Анхдагч алдагдал – тээглүүр (анкер)-ийн хэв гажилт, арматур нь бүтээцийн гадаргуу эсвэл сувгийн ханатай үрэлцсэнээс үүсэх алдагдал;

Хоёрдогч алдагдал – арматурын урьдчилан хүчдэлийн сааралт, бетоны агшилт ба гулсалтаас үүсэх алдагдал.

9.1.3 Арматурын хүчдэлийн сааралтаас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp1}$ -ыг дараах томъёонуудаар тодорхойлно. Үүнд:

A600-A1000 ангийн арматурт татаж сунгах аргаас нь хамааруулан:

$$\text{Механик аргаар - } \Delta\sigma_{sp1} = 0,1\sigma_{sp} - 20 \quad (9.1)$$

$$\text{Цахилгаан-халаалтын аргаар - } \Delta\sigma_{sp1} = 0,03\sigma_{sp} \quad (9.2)$$

Bp1200- Bp1600 ангийн арматур, түүнчлэн K1400 ба K1500 ангийн арматурын хувьд механик аргаар татаж сунгасан үед:

$$\Delta\sigma_{sp1} = \left(0,22 \frac{\sigma_{sp}}{R_{s,n}} - 0,1\right) \cdot \sigma_{sp} \quad (9.3)$$

K1400-K1900 ангийн, тогтонгишуулсан таталган (канат) арматурын хувьд механик аргаар татаж сунгасан үед:

$$\Delta\sigma_{sp1} = 1,5 \cdot r \cdot \sigma_{sp} \quad (9.4)$$

Энд: σ_{sp} -г алдагдалгүйгээр, МПа-р авна.

r -сааралтын үзүүлэлт, үүнийг 20°C температурт 1000 цагийн турш бодит таслах хүчлэлийн 70%-иар анх ачаалах үеийн үйлдвэрлэгчийн өгөгдлөөр авна. Үйлдвэрлэгчийн өгөгдөлгүй үед тооцоонд сааралтын үзүүлэлтийг $\sigma_{sp} = 0,8R_{sn}$ үед 2,5%, $\sigma_{sp} = 0,7R_{sn}$ үед 1%-тай тэнцүүгээр тус тус авах ба σ_{sp} -ийн завсрын утгуудад шугаман интерполяциар авна.

$\Delta\sigma_{sp1}$ нь сөрөг утгатай үед $\Delta\sigma_{sp1} = 0$ гэж авна.

Арматурын хүчдэлийн сааралтын талаар илүү тодорхой өгөгдөл байгаа үед сааралтаас үүсэх алдагдлын утгыг дээрхээс өөрөөр авахыг зөвшөөрнө.

9.1.4 Сунгаж буй арматурын халаалтын зурвас дахь температур ба бетоны халалтын үеийн сунгах хүчлэлийг хүлээн авч байгаа төхөөрөмжийн температурын зөрүүгээр тодорхойлогдох температурын уналт Δt ($^{\circ}\text{C}$)-аас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp2}$ -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp2} = 1,25\Delta t \quad (9.5)$$

Температурын уналтын талаарх тодорхой өгөгдөл байхгүй үед $\Delta t = 65^{\circ}\text{C}$ гэж авахыг зөвшөөрнө.

Бүтээцийн температурын боловсруулалтын талаар илүү тодорхой өгөгдөл байгаа үед температурын уналтаас үүсэх алдагдлын утгыг дээрхээс өөрөөр авахыг зөвшөөрнө.

9.1.5 Арматурыг хэвэнд нэгэн зэрэг биш татаж сунгах үед ган хэв(тулгуур)-ний гажилтаас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp3}$ -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp3} = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{\Delta l}{l} E_s \quad (9.6)$$

Энд: n -нэгэн зэрэг биш татаж сунгаж байгаа шилбэний (бүлэг шилбэ) тоо;

Δl -арматурыг татаж сунгаж буй хүчлэлийн үйлчлэх шугамын дагуух тулгууруудын ойртолт, үүнийг хэвний хэв гажилтын тооцоогоор тодорхойлно;

l -тулгууруудын гадна ирмэгүүдийн хоорондох зай.

Хэвний хийц ба үйлдвэрлэсэн технологийн талаарх өгөгдөл байхгүй бол $\Delta\sigma_{sp3} = 30 \text{ МПа}$ гэж авахыг зөвшөөрнө.

Арматурыг хүчитгэхэд цахилгаан-халаалтын арга хэрэглэсэн бол хэвний хэв гажилтаас үүсэх алдагдлыг тооцохгүй.

9.1.6 Арматурыг тулгуурт хүчитгэх үед татаж сунгах төхөөрөмжийн тээглүүр (анкер)-ний хэв гажилтаас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp4}$ -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp4} = \frac{\Delta l}{l} E_s \quad (9.7)$$

Энд: Δl – анкерын шахагдалт эсвэл тээглүүр (анкер)-ний хавчаар дахь шилбэний шилжилт;

l – тулгууруудын гадна ирмэгүүдийн хоорондох зай.

Хэрэв хүчитгэх төхөөрөмжид тээглүүр (анкер)-ийн талаар өгөгдөл байхгүй үед $\Delta l = 2 \text{ мм}$ гэж авахыг зөвшөөрнө.

Арматурыг цахилгаан-халаалтын аргаар хүчитгэх үед тээглүүр (анкер)-ийн хэв гажилтаас үүсэх алдагдлыг тооцохгүй.

9.1.7 Арматурыг бетонд нь хүчитгэх үед сувгийн хана эсвэл бүтээцийн гадаргуутай үрэлцсэнээс үүсэх алдагдлыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp7} = \sigma_{sp} \left(1 - \frac{1}{e^{\delta(\omega'x + \theta)}} \right)$$

Энд: e – натурал логарифмын суурь;

- δ - арматур ба сувгийн хана (бүтээцийн гадаргуу) хоорондын үрэлтийн илтгэлцүүр, 9.1-р хүснэгтээр тодорхойлно;
- ω' - арматурын үйлдвэрлэлийн үед үүсэх шулуун шугаман бусыг бодолцох илтгэлцүүр, m^{-1} , үүнийг арматурын үйлдвэрлэгчийн гэрчилгээнд зааснаар авна. Үйлдвэрлэгчийн гэрчилгээ байхгүй тохиолдолд ω' илтгэлцүүрийг 9.1-р хүснэгтээр авна.
- x - сунгах төхөөрөмжөөс тооцооны огтлол хүртэлх хэсгийн урт, м;
- θ - арматурын тэнхлэгийн эргэлтийн нийт өнцөг;
- σ_{sp} - алдагдалгүйгээр авна.

9.1-р хүснэгт

Арматур	Арматуртай хүрэлцэх гадаргуугийн төрөл	Арматурын үрэлтээс үүсэх алдагдлыг тодорхойлоход зориулсан илтгэлцүүр	
		ω'	δ
Иржгэр шилбэн	Металл	0,008	0,40
	Бетон		0,65
Татлага(канат) ба утсан	Металл	0,01 (0,03)	0,35
	Хуванцар		0,20
	Бетон		0,55
Арматуран элемент	-	0,01	0,10

Тайлбар:

- 1 Хаалтан дахь ω' илтгэлцүүрийн утга нь чанарын 1-р ангиллын татлага(канат)-д хамаарна.
- 2 Татлага(канат) эсвэл утсан арматур, атираат металл гадаргатай үед δ илтгэлцүүрийг 0,10-ээр бууруулахыг зөвшөөрнө.
- 3 Арматуран элементийг К7 ба К7О арматурын канатаар, хамгаалалтын хуванцар материалаар бөглөсөн хуванцар бүрхэвчид байрлуулан хийнэ (ГОСТ Р 58386).

9.1.8 Арматурыг тулгуурт хүчитгэх үед бетоны агшилтаас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp5}$ -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s \quad (9.8)$$

Энд: $\varepsilon_{b,sh}$ -бетоны агшилтын хэв гажилт, бетоны ангиас хамааруулан ойролцоогоор дараах утгуудтай тэнцүүгээр авч болно.

0,0002 – В35 ба түүнээс доош ангийн бетонд;

0,00025 – В40 ангийн бетонд;

0,0003 – В45 ба түүнээс дээш ангийн бетонд.

Атмосферийн даралтад дулааны боловсруулалт хийсэн бетоны хувьд бетоны агшилтаас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp5}$ -ыг (9.8) томъёогоор тооцож гаргасан үр дүнг 0,85 илтгэлцүүрээр үржүүлж авна.

Арматурыг бетонд тулж хүчитгэх үед бетоны агшилтаас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp5}$ -ыг (9.8) томъёогоор тооцож гаргасан үр дүнг бэхжилтийн нөхцөлөөс үл хамааран 0,75 илтгэлцүүрээр үржүүлж авна.

Бетоны агшилтаас үүсэх алдагдлыг илүү нарийвчилсан аргаар тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

9.1.9 Бетоны гулсалтаас үүсэх алдагдал $\Delta\sigma_{sp6}$ -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0,8 \cdot \alpha \cdot \varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bpj}}{1 + \alpha \cdot \mu_{spj} \cdot \left(1 + \frac{y_{sj}^2 \cdot A_{red}}{I_{red}}\right) \cdot (1 + 0,8 \cdot \varphi_{b,cr})} \quad (9.9)$$

Энд: $\varphi_{b,cr}$ – бетоны гулсалтын илтгэлцүүр, 6.1.16-ийн дагуу тодорхойлно.

σ_{bpj} – хүчитгэж буй арматурын авч үзэж буй j -р бүлэг шилбэний хүндийн төвийн түвшин дэх бетоны хүчдэл;

y_{sj} – хүчитгэж буй арматурын авч үзэж байгаа бүлэг шилбэний болон элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвүүдийн хоорондох зай;

A_{red}, I_{red} – элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын талбай ба түүний хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцуулсан инерцийн момент;

μ_{spj} – арматурлалын илтгэлцүүр, үүнийг A_{spj}/A -тай тэнцүү авах ба энд A ,

A_{spj} – элементийн ба хүчитгэж буй арматурын авч үзэж байгаа бүлэг шилбэний хөндлөн огтлолын талбай.

Дулааны боловсруулалт хийх бетонд алдагдлыг (9.9) томъёогоор бодож гаргасан үр дүнг 0,85 илтгэлцүүрээр үржүүлэн авна.

Бетоны гулсалтаас үүсэх алдагдлыг илүү нарийвчилсан аргаар тодорхойлж болно.

Хүчдэл σ_{bpj} -г бетоны талбай ба бүх дагуу арматурын (хүчитгэсэн ба ердийн) огтлолын талбайг арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүр $\alpha = \frac{E_s}{E_b}$ -ээр үржүүлэн авч гаргасан элементийн хөрвүүлсэн огтлолыг авч 9.1.11-ийн дагуу харимхай материалын тооцооны зарчмаар тодорхойлно.

$\sigma_{bpj} < 0$ үед $\Delta\sigma_{sp6} = 0$ ба $\Delta\sigma_{sp5} = 0$ гэж авна.

Бетонтой барьцалдаагүй арматур нь бүтээцийн уртын дагууд муруй шугаман байрлалтай үед шахагдах хүчдэл σ_{bpj} -ийг (9.9) томъёогоор тодорхойлохдоо бүтээцийг i тооны салангид хэсгүүдэд хуваана. i -р хэсэг бүрд авч үзэж буй арматурын түвшин дэх бетоны шахагдах хүчдэлийг харимхай биеийн тооцооны зарчмаар тодорхойлох ба σ_{bpj} утгыг авч үзэж буй бүх хэсгүүдийн хүчдэлийн арифметик дунджаар авна.

$$\Delta\sigma_{bpj} = \frac{\sum \sigma_{bi} \cdot l_i}{L} \quad (9.9a)$$

Энд: σ_{bi} - i -р хэсгийн бетоны хүчдэл, тухайн хэсгийн голын огтлолоор тодорхойлно;

l_i - i -р хэсгийн урт;

L – авч үзэж буй арматурын хязгаар дахь бүтээцийн нийт урт.

Бетонд тулж хүчитгэсэн арматур нь бүтээцийн уртын дагууд муруй шугаман байрлалтай үед бетоны гулсалтаас үүсэх алдагдлыг дараах томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$\Delta\sigma_{sp6} = \varepsilon_{cp} \cdot E_{sp} \quad (9.9b)$$

Энд: ε_{cp} – хөндлөн огтлолын өндрийн голд байрласан хүчитгэсэн арматурын түвшин дэх бетоны харьцаат богиносолт. Үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\varepsilon_{cp} = \frac{\varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bp}}{E_{bp}} \quad (9.9b)$$

Энд: $\varphi_{b,cr}$ – бетоны гулсалтын илтгэлцүүр, 6.1.16-р тодорхойлно.

Бетонд нэг зэрэг биш татаж хүчитгэх байдлаар хэд хэдэн татлага (канат), өндөр бат бэхтэй утсан арматур, шилбэн (эсвэл бүлэг арматур) дагуу арматурыг бүтээцэд хэрэглэхдээ сүүлд татаж хүчитгэсэн арматурын хүчлэлийн үйлчлэлээс үүсэх бетоны харимхай хавчилтаас үүдэн түрүүлж татаж хүчитгэсэн арматурын хүчдэл өөрчлөгдөх (бууралт эсвэл өсөлт)-ийг бодолцоно. Авч үзэж буй арматур (эсвэл бүлэг арматур) бүрийн хүчдэлийн өөрчлөлтийг дараах утгатай тэнцүүгээр авна.

$$\Delta\sigma_s = \sum \Delta\sigma_{si} = \sum \frac{\Delta\sigma_{bi} \cdot E_s}{E_{bp}} \quad (9.9г)$$

Энд: $\Delta\sigma_{bi}$ – авч үзэж буй түрүүлж татаж хүчитгэсэн арматурын уртын хэсэг дэх бетоны дундаж хүчдэл, энэ нь сүүлд татаж хүчитгэсэн i -р бүлэг арматур бүрийг татаж сунгах хүчнээс бетоны хүндийн төвийн түвшинд үүсэх хүчдэл болно. Энэ бүлэг арматурын хүчдэлийг анхдагч алдагдлыг тооцохгүйгээр авна.

Бетонд нь нэг зэрэг биш тулж хүчитгэсэн арматурын бүлэг тус бүрийн хяналтын хүчдэлийг тогтооход дээр тодорхойлсон $\Delta\sigma_s$ утгыг бодолцоно.

Арматурыг бетонд нь нэгэн зэрэг биш хүчитгэсэн үед бетоны хавчилтаас үүсэх урьдчилсан хүчдэлийн алдагдлыг дараах томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$\Delta\sigma_s = \varepsilon_b \cdot E_{sp} \quad (9.9д)$$

Энд: ε_b –бетоны богиносолтын дундчилсан хэв гажилт, дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\varepsilon_b = \frac{n-1}{2n} \cdot \frac{P}{A_b \cdot E_{bp}} \quad (9.9е)$$

E_{sp} – урьдчилан хүчитгэсэн арматурын харимхайн модуль;

n – 9.1.5-ыг үз;

E_{bp} –бетоны анхны харимхайн модуль, бетоны дамжигдах (хэв хуулах үеийн) бат бэхэд харгалзана;

A_b –хавчигдаж буй бетон огтлолын талбай, урьдчилан хүчитгэсэн арматурын талбайг тооцолгүйгээр авна;

P – огтлолд үйлчлэх шахах хүчлэл, татаж хүчитгэхээс үүснэ.

9.1.10 Арматурын урьдчилсан хүчдэлийн анхдагч алдагдал (9.1.3-9.1.6)-ын нийт утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp(1)} = \sum_i \Delta\sigma_{spi} \quad (9.10)$$

Энд: i -урьдчилсан хүчдэлийн алдагдлын дугаар.

Анхдагч алдагдлуудыг бодолцсон бетоны урьдчилсан хавчилтын хүчлэлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$P_{(1)} = \sum_j (A_{spj} \cdot \sigma_{sp(1)j}) \quad (9.11)$$

Энд: A_{spj} -элементийн хөндлөн огтлол дахь хүчитгэсэн арматурын j -р бүлэг шилбэний огтлолын талбай;

$\sigma_{sp(1)j}$ -дээрх бүлэг арматурын анхдагч алдагдлыг бодолцсон урьдчилсан хүчдэл. Үүнийг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\sigma_{sp(1)j} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(1)j}$$

Энд: $\Delta\sigma_{spj}$ – авч үзэж буй бүлэг шилбэн арматурын анхны урьдчилсан хүчдэл.

Арматурын урьдчилсан хүчдэлийн анхдагч ба хоёрдогч алдагдлууд (9.1.3-9.1.8)-ын нийт утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = \sum_i \Delta\sigma_{spi} \quad (9.12)$$

Нийт алдагдлыг бодолцсон урьдчилсан хүчитгэсэн арматурын хүчлэлийг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$P_{(2)} = \sum_j (A_{spj} \cdot \sigma_{sp(2)j}) \quad (9.13)$$

Энд: $\sigma_{sp(2)j} = \sigma_{spj} - \Delta\sigma_{sp(2)j}$.

Бүтээцийг төсөллөхдөө ашиглалтын үед элементийн огтлолын суналтын бүсэд байрлах арматур (ажлын үндсэн арматур)-ын бүрэн нийлбэр алдагдал $\Delta\sigma_{sp(2)j}$ -ыг 100 МПа-аас багагүйгээр авна.

Хүчдэлийн бүрэн алдагдлыг бодолцон бетоны урьдчилсан хавчилтын хүчлэл P -г тодорхойлохдоо ердийн арматурын шахагдах хүчдэлийг бодолцох ба энэ хүчдэл нь тоон утгаараа тухайн арматурын түвшин дэх бетоны агшилт ба гулсалтаас үүсэх алдагдлуудын нийлбэртэй тэнцүү байна.

Ердийн (хүчитгээгүй) арматурын түвшинд хавчилтын хүчлэлийг ердийн арматурыг бодолцон тодорхойлох үед энэ түвшинд гулсалтаас үүсэх алдагдлыг $\Delta\sigma_{spj6} \frac{\sigma_{bs}}{\sigma_{bp}}$ –тэй тэнцүүгээр авна, үүнд $\Delta\sigma_{spj6}$ – авч үзэж байгаа ердийн арматурт хамгийн ойр буй хүчитгэсэн арматурын шилбэнд гулсалтаас үүсэх алдагдал; σ_{bs} ба σ_{bp} –авч үзэж байгаа ердийн ба хүчитгэсэн арматурын түвшинд харгалзах бетоны хүчдэлүүд.

9.1.11 Анхдагч алдагдлуудыг бодолцон тодорхойлсон, урьдчилсан хавчилтын хүчлэл $P_{(1)}$ -ийг дамжуулах үеийн бетоны урьдчилсан хүчдэл σ_{bp} нь дараах утгуудаас хэтэрч болохгүй. Үүнд:

- хэрэв гадаад ачааллын үйлчлэлд хүчдэл багасах эсвэл өөрчлөгдөхгүй бол-

$$0,9R_{bp};$$

- хэрэв гадаад ачааллын үйлчлэлд хүчдэл нэмэгдэх бол - $0,7R_{bp}$.

Бетоны хүчдэл σ_{bp} -ийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_{bp} = \frac{P_{(1)}}{A_{red}} \pm \frac{P_{(1)} \cdot e_{op} \cdot y}{I_{red}} \pm \frac{M \cdot y}{I_{red}} \quad (9.14)$$

Энд: $P_{(1)}$ – анхдагч алдагдлыг бодолцсон урьдчилсан хавчилтын хүчлэл;

M -хавчилтын үе шатанд үйлчлэх гадаад ачааллаас (элементийн хувийн жин) үүсэх гулзайлгах момент;

y - огтлолын хүндийн төвөөс авч үзэж байгаа судал (волокну) хүртэлх зай;

e_{op} -элементийн хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй $P_{(1)}$ хүчлэлийн эксцентриситет.

9.1.12 Тээглүүр (анкер)-ний нэмэлт төхөөрөмжгүй арматуртай үед урьдчилсан хүчдэл бетонд дамжих бүсийн уртыг (9.15) томъёогоор тодорхойлно, гэхдээ $10d_s$ ба 200мм-ээс багагүй, харин татлага (канат) арматурын хувьд 300мм-ээс багагүй байна.

$$l_p = \frac{\sigma_{sp} \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s} \quad (9.15)$$

Энд: σ_{sp} -хүчитгэсэн арматурын анхдагч алдагдлыг бодолцсон урьдчилсан хүчдэл;

R_{bond} -бетоны дамжигдах (хэв хуулах үеийн) бат бэхэд харгалзах хүчитгэсэн арматурын бетоной барьцалдах эсэргүүцэл, үүнийг 10.3.24 заалтаар тодорхойлно;

A_s, u_s - арматурын шилбэний огтлолын талбай ба хүрээний урт (периметр). Арматураас бетонд урьдчилсан хүчдэл дамжилтыг аажмаар явуулна.

9.2 Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон бүтээцийн элементийн I бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоо

Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон элементийн бат бэхийн тооцоо

Нийтлэг үндэслэл

9.2.1 Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн тооцоог ашиглалтын үе шатанд гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент ба хөндлөн хүчний үйлчлэлд, урьдчилсан хавчилтын үе шатанд арматурыг урьдчилан татаж хүчитгэхэд үүсэх хүчлэл ба уг үе шатанд үйлчлэх гадаад ачааллаас үүсэх хүчлэлийн үйлчлэлд хийнэ.

9.2.2 Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн бат бэхийн тооцоог гулзайлгах моментын үйлчлэлд түүний дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлолоор хийнэ.

Ерөнхий тохиолдолд босоо огтлолын бат бэхийн тооцоог шугаман бус хэв гажилтын загвараар 9.2.13-9.2.15-ын дагуу, түүнчлэн хязгаарын хүчлэлийн үндсэн дээр 9.2.7-9.2.12-ын дагуу хийнэ.

9.2.3 Бат бэхийн хязгаарын хүчлэл нь ан цав үүсэх хязгаарын хүчлэлээс бага байх төмөрбетон элементийн хувьд суналтын дагуу арматурын огтлолын талбайг бат бэхийн тооцоогоор шаардагдах талбайн 15%-иас багагүйгээр ихэсгэж авах, эсвэл ан цав үүсэх үеийн моментын үйлчлэлд бат бэхийн тооцоог хийвэл зохино.

9.2.4 Урьдчилан хүчитгэж буй элементийн хавчилтын үе шатны тооцоог хязгаарын төлөв дэх урьдчилсан хавчилтын хүчлэлийн үйлчлэлд төвийн бус шахалтын адилаар 9.2.10-9.2.12-н дагуу хийнэ.

9.2.5 Хөндлөн хүчний үйлчлэл (налуу огтлолын тооцоо), орчны ачааллын үйлчлэл (холголт, цөмрөлтийн тооцоо) дэх урьдчилан хүчитгэсэн элементийн бат бэхийн тооцоог 8.1-д заасны дагуу хийнэ.

9.2.6 Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн бат бэхийг тооцохдоо 9.1.10-ын дагуу тодорхойлсон урьдчилсан хүчдэлийн байж болох боломжит хүлцлийг бодолцоно.

Ингэхдээ хүчитгэсэн арматурын j -р шилбэ эсвэл бүлэг шилбэний σ_{spj} -ийн (эсвэл хавчилтын хүчлэл P_j -ийн) утгыг γ_{sp} илтгэлцүүрээр үржүүлэн авна.

γ_{sp} илтгэлцүүр нь дараах утгатай тэнцүү байна. Үүнд:

0,9 – Урьдчилсан хүчдэлийн таатай нөлөөллийн үед;

1,1 – Урьдчилсан хүчдэлийн таагүй нөлөөллийн үед.

Урьдчилан хүчитгэсэн элементийг ашиглалтын үе шатанд гулзайлгах моментын үйлчлэлд хязгаарын хүчлэлээр тооцох

9.2.7 Арматур нь бетоной барьцалдалттай урьдчилан хүчитгэсэн элементийн босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийн тооцоог 9.2.8-9.2.9 заалтуудыг бодолцон 8.1-д заасны дагуу хийнэ. Ингэхдээ 8.1-ийн заалтуудын томъёонууд дахь огтлолын талбайн A_s ба A'_s тэмдэглэгээнүүд хүчитгэсэн ба ердийн арматурт аль алинд нь хамаарна.

Нөхцөлт урсгалтын хязгаартай суналтын арматурын хувьд хүчдэлийг ξ ба ξ_R -ын харьцаанаас (8.1.5) хамааруулан R_s -с дээш авч болох боловч $1,1R_s$ -с хэтрэхгүй байна.

Бетоной барьцалдалтгүй урьдчилан хүчитгэсэн арматуртай гулзайлтын элементийн тооцоог М хавсралтыг бодолцон хийнэ.

9.2.8 ξ_R утгыг (8.1) томъёогоор тооцохдоо суналтын бүсийн арматурын харьцангуй хэв гажилтын утга $\varepsilon_{s,el}$ -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

- Нөхцөлт урсгалтын хязгаартай арматурт:

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s + 400 - \sigma_{sp}}{E_s} \quad (9.16)$$

Энд: σ_{sp} – нийт алдагдал ба $\gamma_{sp} = 0,9$ -г бодолцсон арматурын урьдчилсан хүчдэл.

(9.16) томъёонд R_s, σ_{sp}, E_s утгуудыг МПа-аар авна.

- Бодит урсалтын хязгаартай ердийн арматурт:

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}$$

9.2.9 Шахалтын бүсэд байрлах хүчитгэсэн арматурын хувьд тооцооны эсэргүүцэл R_{sc} -ийг σ_{sc} -ээр сольж авах ба энэ нь дараах утгуудтай тэнцүү байна. Үүнд:

- бетоны ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр $\gamma_{b1} = 0,9$ -ийг (6.1.12) бодолцох үед $(500 - \sigma'_{sp})$;
- $\gamma_{b1} = 1,0$ үед $(400 - \sigma'_{sp})$.

Энд σ'_{sp} -г МПа-аар авна.

σ'_{sp} утгыг $\gamma_{sp} = 1,1$ илтгэлцүүрийг авч тодорхойлно.

Бүх тохиолдолд σ_{sc} хүчдэлийг R_{sc} -ээс ихгүй авна.

Урьдчилан хүчитгэсэн элементийг урьдчилсан хавчилтын үе шатанд тооцох

9.2.10 Элементийн урьдчилсан хавчилтын үе шатны тооцоонд хүчитгэсэн арматурын хүчлэлийг гадаад дагуу хүч болгон авах ба энэ нь дараах утгатай тэнцүү байна.

$$N_p = (\sigma'_{sp} - 330)A'_{sp} + \sigma_{sp} \cdot A_{sp} \quad (9.17)$$

Энд: A'_{sp}, A_{sp} – огтлолын хамгийн их хавчигдах ба сунах (бага хавчигдах) бүсэд байрлах хүчитгэсэн арматуруудын харгалзах огтлолын талбай:

σ'_{sp} ба σ_{sp} – A'_{sp} ба A_{sp} огтлолын талбайтай арматуруудын анхдагч алдагдал болон $\gamma_{sp} = 1,1$ илтгэлцүүрийг бодолцсон урьдчилсан хүчдэл.

Арматурыг нь бетонд тулж хүчитгэсэн урьдчилан хүчитгэсэн элементийн урьдчилсан хавчилтын үе шатны бат бэхийн тооцоог (9.17) томъёоны нэгдүгээр нэмэгдэхүүнийг “тэг”-тэй тэнцүүгээр авч хийнэ.

9.2.11 Тэгш өнцөгт огтлолтой элементийн урьдчилсан хавчилтын үе шатны бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N_p \cdot e_p \leq R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s(h_0 - a') \quad (9.18)$$

Энд: e_p – элементийг бэлтгэх үе шатанд үйлчлэх ачааллаас (элементийн хувийн жин) үүсэх гулзайлгах момент M -ын нөлөөллийг бодолцсон дагуу хүч N_p -ний үйлчлэлийн цэгээс эдгээр хүчлэлийн үйлчлэлээр сунаж буй эсвэл хамгийн бага шахагдаж буй (элементийн огтлол бүхэлдээ шахагдах үед) ердийн арматурын огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай (9.1-р зураг), үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$e_p = e_{0p} + 0,5h - a \pm \frac{M}{N_p} \quad (9.19)$$

e_{0p} - N_p хүчний үйлчлэлийн цэгээс элементийн огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай;

R_b - бетоны шахалтын тооцооны эсэргүүцэл, үүнийг шахалтын бат бэхээр нь тогтоосон бетоны ангийн хувьд шугаман интерполяциар (6.8-р хүснэгт)

авах ба тоон утгаараа бетоны дамжигдах (хэв хуулах үеийн) бат бэх R_{bp} -тэй тэнцүү байна;

R_{sc} -ердийн (хүчитгээгүй) арматурын шахалтын тооцооны эсэргүүцэл, үүнийг урьдчилсан хавчилтын үе шатанд 330 МПа-аас ихгүйгээр авна.

A'_s -элементийн огтлолын хамгийн их шахагдах бүсэд байрлах ердийн (хүчитгээгүй) арматурын огтлолын талбай.

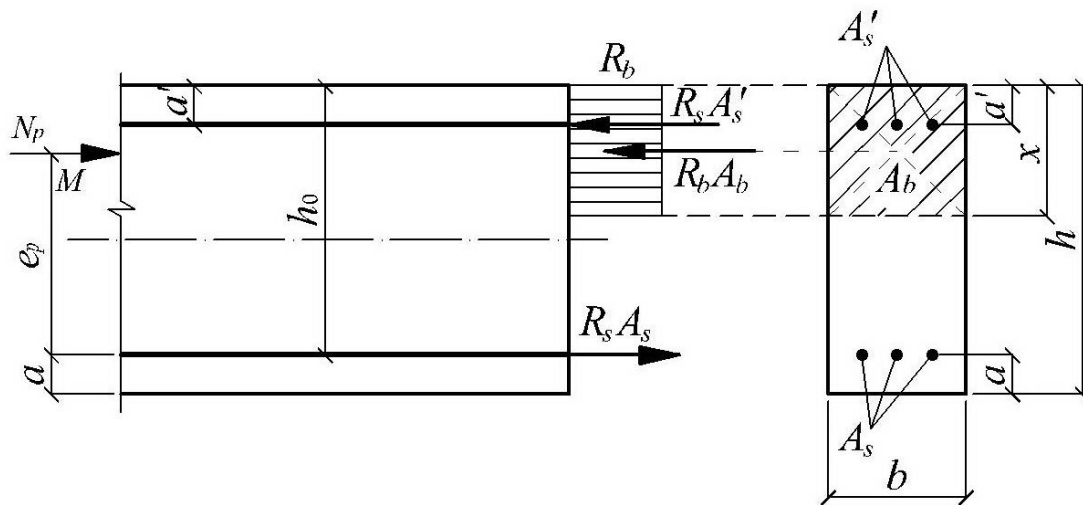
Бетоны шахалтын бүсийн өндрийг (8.1) томъёонд $\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}$ утгыг орлуулан тодорхойлсон ξ_R утгаас хамааруулан дараах байдлаар тодорхойлно. Энд R_s – суналтын ердийн арматурын (A_s) тооцооны эсэргүүцэл, $\varepsilon_{b,ult} = 0,003$.

а) $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ үед (9.1-р зураг):

$$x = \frac{N_p + R_s A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b} \quad (9.20)$$

б) $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$ үед:

$$x = \frac{N_p + R_s A_s \cdot \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b + \frac{2 R_s A_s}{h_0 (1 - \xi_R)}} \quad (9.21)$$



9.1-р зураг. Урьдчилсан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн хавчилтын үе шатны бат бэхийн тооцоог хийх үед авах дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлол дахь хүчдэлийн эпюр ба хүчлэлийн бүдүүвч

9.2.12 Тавр ба двутавр огтлолтой элементийн урьдчилсан хавчилтын үе шатны бат бэхийн тооцоог шахалтын бүсийн заагийн байрлалаас хамааруулан дараах байдлаар хийнэ.

а) хэрвээ шахалтын бүсийн зааг тавцангаар өнгөрч байвал (8.2 а-р зураг), өөрөөр хэлбэл дараах нөхцөл биелж байвал тооцоог b'_f өргөнтэй тэгш өнцөгт огтлолын адилаар 9.2.11-ийн дагуу хийнэ.

$$N_p \leq R_b \cdot b'_f h'_f - R_s A_s + R_{sc} A'_s \quad (9.22)$$

б) хэрэв шахалтын бүсийн зааг хавиргаар өнгөрч байвал (8.2 б-р зураг) өөрөөр хэлбэл (9.22) нөхцөл биелэхгүй бол тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$N_p \cdot e_p = R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5x) + R_b (b'_f - b) \cdot h'_f (h_0 - 0,5h'_f) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') \quad (9.23)$$

Энд: $e_p = e_{0p} + z_s \pm \frac{M}{N_p}$; e_{0p} –г 9.2.11-ээс үз;

z_s - элементийн огтлолын хүндийн төвөөс суналтын (хамгийн бага шахагдах) ердийн арматур хүртэлх зай.

Шахалтын бүсийн өндрийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

а) $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ үед (ξ_R –г 9.2.11-ээс үз)

$$x = \frac{N_p + R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_b (b'_f - b) h'_f}{R_b \cdot b} \quad (9.24)$$

б) $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R$ үед:

$$x = \frac{N_p + R_s A_s \cdot \frac{1 + \xi_R}{1 - \xi_R} - R_{sc} A'_s - R_b (b'_f - b) h'_f}{R_b \cdot b + \frac{2 R_s A_s}{h_0 (1 - \xi_R)}} \quad (9.25)$$

Шугаман бус хэв гажилтын загвараар босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийг тооцох

9.2.13 Шугаман бус хэв гажилтын загвараар элементийн бат бэхийг тооцохдоо түүний дагуу тэнхлэгт босоо огтлолын хүчлэл ба хэв гажилтыг 8.1.20-8.1.22 заалтыг ашиглан тодорхойлно.

9.2.14 Босоо огтлолын бат бэхийн тооцоог (9.2-р зураг) ерөнхий тохиолдолд дараах тэгшитгэлүүдийг ашиглан хийнэ. Үүнд:

-гадаад хүч ба элементийн босоо огтлолд дахь дотоод хүчлэлүүдийн тэнцвэрийн тэгшитгэл:

$$M_x = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{bxi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{sxj} + \sum_i \sigma_{si} \cdot A_{si} \cdot Z_{sxi} \quad (9.26)$$

$$M_y = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} \cdot Z_{byi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} \cdot Z_{syj} + \sum_i \sigma_{si} \cdot A_{si} \cdot Z_{syi} \quad (9.27)$$

$$N = \sum_i \sigma_{bi} \cdot A_{bi} + \sum_j \sigma_{sj} \cdot A_{sj} + \sum_i \sigma_{si} \cdot A_{si} \quad (9.28)$$

-гадаад ачааллын үйлчлэлээс элементийн огтлолд үүсэх хэв гажилтын тархалтыг тодорхойлох тэгшитгэл:

$$\varepsilon_{bi} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{bxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{byi} \quad (9.29)$$

$$\varepsilon_{sj} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxj} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syj} \quad (9.30)$$

$$\varepsilon_{si} = \varepsilon_0 + \frac{1}{r_x} \cdot Z_{sxi} + \frac{1}{r_y} \cdot Z_{syi} \quad (9.31)$$

-Бетон ба арматурын хүчдэл, харьцаат хэв гажилтын хамаарал:

Бетоны:

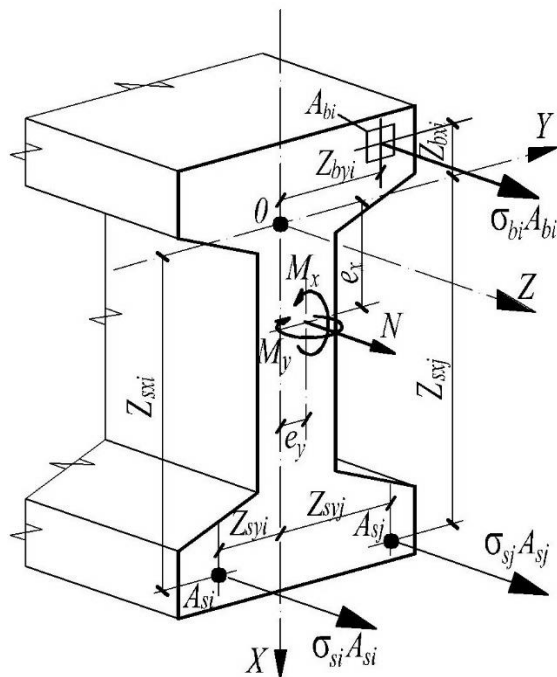
$$\sigma_{bi} = E_b \cdot \nu_{bi} \cdot \varepsilon_{bi} \quad (9.32)$$

Ердийн арматурын:

$$\sigma_{sj} = E_{sj} \cdot \nu_{sj} \cdot \varepsilon_{sj} \quad (9.33)$$

Хүчитгэсэн арматурын:

$$\sigma_{si} = E_{si} \cdot \nu_{si} (\varepsilon_{si} + \varepsilon_{spi}) \quad (9.34)$$



9.2-р зураг. Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон элементийн босоо огтлолын тооцооны бүдүүвч

(9.26)-(9.34) тэгшитгэлүүдэд:

A_{si} , Z_{sxi} , Z_{syi} , σ_{si} – хүчитгэсэн арматурын i -р шилбэний талбай, хүндийн төвийн координатууд ба хүчдэл;

ε_{si} -хүчитгэсэн арматурын i -р шилбэний гадаад ачааллаас үүсэх харьцаат хэв гажилт;

ε_{spi} -авч үзэж буй тооцооны үе шатны урьдчилан хүчитгэлийн алдагдлыг бодолцон тодорхойлсон хүчитгэсэн арматурын харьцаат хэв гажилт;

E_{si} - хүчитгэсэн арматурын i -р шилбэний харимхайн модуль;

ν_{si} - ердийн (хүчитгээгүй) арматурын i -р шилбэний харимхайн илтгэлцүүр; Бусад үзүүлэлтүүдийг 8.1.23-аас үз.

ν_{bi} ба ν_{sj} илтгэлцүүрүүдийн утгыг 8.1.23 заалтаар, харин ν_{si} илтгэлцүүрийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\nu_{si} = \frac{\sigma_{si}}{E_{si}(\varepsilon_{si} + \varepsilon_{spi})} \quad (9.35)$$

9.2.15 Төмөрбетон элементийн босоо огтлолын бат бэхийн тооцоог 8.1.24-д заасан нөхцөлөөр хийнэ.

9.3 Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон бүтээцийн элементийн II бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоо

Нийтлэг үндэслэл

9.3.1 II бүлгийн хязгаарын төлөвөөр дараах тооцоонуудыг хийнэ. Үүнд:

- ан цав үүсэлтийн тооцоо;
- ан цав нээгдэлтийн тооцоо;
- хэв гажилтын тооцоо.

9.3.2 Ан цав үүсэлтийн тооцоог ан цавгүй байх нөхцөлийг зайлшгүй хангах үед хийнэ. Мөн ан цав нээгдэлт, хэв гажилтын тооцооны үед нэмэлт байдлаар хийнэ.

Огтлол нь бүхэлдээ суналтад байхад үл нэвчүүлэх (шингэн эсвэл хийн даралтад орших, цацраг идэвхийн (радиац) үйлчлэлд турших г.м) чанартай байх нөхцөлийг хангах урьдчилан хүчитгэсэн бүтээцүүд, хосгүй-онцгой бүтээцүүд, түүнчлэн идэмхий орчны хүчтэй үйлчлэлд орших бүтээцүүдэд ан цавгүй байх шаардлага тавигдана.

9.3.3 Ан цав үүсэлтийг зөвшөөрөхгүй үед ан цав үүсэлтийн тооцоонд ачааллын найдваршлын илтгэлцүүрийг $\gamma_f > 1,0$ (бат бэхийн тооцоотой ижил) гэж авна. Ан цав нээгдэлтийн ба хэв гажилтын тооцоонд (ан цав үүсэлтийн тооцоонд нэмэлтээр хийх тооцоо хамаарна) ачааллын найдваршлын илтгэлцүүрийг $\gamma_f = 1,0$ гэж авна.

9.3.4 Урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн II бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоог гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент M ба урьдчилсан хавчилтын хүчлэл P -тэй тэнцүү дагуу хүч N_p -ийн хамтын үйлчлэлд ажиллах төвийн бус шахалтын элементтэй адилаар хийнэ.

Ингэхдээ бетоной барьцалдалтгүй урьдчилан хүчитгэсэн арматуртай элементийн хувьд хөрвүүлсэн огтлолын шинжийг зөвхөн ердийн арматурыг бодолцож тодорхойлно.

Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон элементийн ан цав үүсэлт ба нээгдэлтийн тооцоо

9.3.5 Урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн ан цав нээгдэлтийн тооцоог 8.2-ын нийтлэг үндэслэл ба 9.3.6-9.3.10 заалтуудын дагуу гүйцэтгэнэ.

Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) ан цав үүсэх үеийн моментыг тодорхойлох

9.3.6 Ан цав үүсэх үеийн гулзайлгах момент M_{crc} -г ерөнхий тохиолдолд хэв гажилтын загвараар 9.3.10-ын дагуу тодорхойлно. Энгийн огтлолын (тэгш өнцөгт болон огтлолынхоо дээд ба доод захад байрласан арматуртай, шахалтын бүсдээ тавцантай тавр огтлол) хувьд ан цав үүсэх үеийн моментыг 9.3.7-ийн дагуу тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

9.3.7 Ан цав үүсэх үеийн моментыг 9.3.8-ын дагуу суналтын бетоны харимхай бус хэв гажилтыг бодолцон тодорхойлно.

Ан цав үүсэх үеийн моментыг (9.36) томъёонд $W_{pl} = W_{red}$ гэж авч суналтын бетоны харимхай бус хэв гажилтыг бодолцохгүйгээр тодорхойлохыг зөвшөөрнө. Хэрэв энэ тохиолдолд (8.118) ба (8.139) нөхцөлүүд биелэхгүй бол ан цав үүсэх үеийн моментыг суналтын бетоны харимхай бус хэв гажилтыг бодолцон тодорхойлно.

9.3.8 Урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн ан цав үүсэх үеийн моментыг суналтын бетоны харимхай бус хэв гажилтыг бодолцон дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} \pm P \cdot e_{co} \quad (9.36)$$

Энд: W_{pl} – захын суналтын судал (волокно)-ын хувьд авсан хөрвүүлсэн огтлолын эсэргүүцлийн момент, 8.2.10-ыг бодолцоно;

$e_{co} = e_{op} + r$ – урьдчилсан хавчилтын хүчлэл P -ийн үйлчлэлийн цэгээс ан цав үүсэлтийг нь шалгаж буй суналтын бүсээс хамгийн алслагдсан цөм цэг хүртэлх зай;

e_{op} - урьдчилсан хавчилтын хүчлэл P -ийн үйлчлэлийн цэгээс хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай;

r – хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвөөс цөм цэг хүртэлх зай, үүнийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$r = \frac{W_{red}}{A_{red}} \quad (9.37)$$

Момент $P \cdot e_{co}$ ба гадаад гулзайлгах момент M -ын эргэлтийн чиглэл эсрэг үед (9.36) томьёонд «нэмэх» тэмдгийг, харин давхцах үед «хасах» тэмдгийг авна.

W_{red} ба A_{red} утгуудыг 8.2-ын дагуу тодорхойлно.

Тэгш өнцөгт ба шахалтын бүсдээ тавцан бүхий тавр огтлолын хувьд тэгш хэмийн тэнхлэгийн хавтгайд момент үйлчилсэн үед W_{pl} утгыг (8.122) томьёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

9.3.9 Төвийн суналтын элементийн ан цав үүсэлтийн үеийн N_{crc} хүчлэлийг (8.127) томьёогоор тодорхойлно.

9.3.10 Шугаман бус хэв гажилтын загварт үндэслэн ан цав үүсэлтийн моментыг 6.1.24, 9.2.13-9.2.15-д зааснаар тодорхойлох ба гэхдээ 6.1.22-ын дагуу суналтын бетоны төлөв байдлын диаграммаар тодорхойлсон нормаль огтлолын суналтын бүсийн бетоны ажлыг бодолцоно. Материалын тооцооны үзүүлэлтүүдийг II бүлгийн хязгаарын төлөвийнхөөр авна.

Момент M_{crc} -ын утгыг 9.2.13-9.2.15-д өгсөн тэгшитгэлийн системийг бодож тодорхойлох бөгөөд энд элементийн гадаад ачааллын үйлчлэлээр сунах талс гадаргын бетоны харьцангуй хэв гажилт $\varepsilon_{bt,max}$ -ыг авна. $\varepsilon_{bt,max}$ -ыг 8.1.30-ын дагуу тодорхойлсон бетоны суналтын үеийн харьцангуй хэв гажилтын хязгаарын утга $\varepsilon_{bt,ult}$ -тай тэнцүүгээр авна.

Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) ан цав нээгдэлтийн өргөний тооцоо

9.3.11 Нормаль ан цавын нээгдэлтийн өргөнийг (8.128) томьёогоор тодорхойлох ба энэ томьёон дахь урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн суналтын арматурт гадаад ачааллаас үүсэх хүчдэл σ_s -ийн утгыг дараах томьёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_s = \left[\frac{M_p(h_0 - y_c)}{I_{red}} - \frac{N_p}{A_{red}} \right] \cdot \alpha_{s1} \quad (9.38)$$

Энд: I_{red} , A_{red} , y_c - элементийн хөрвүүлсэн огтлолын инерцийн момент, талбай, хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвөөс хамгийн их шахагдаж буй судал (волокно) хүртэлх зай. Эдгээрийг 8.2.27-ийн дагуу харгалзах томьёонуудад арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүрийн утгыг $\alpha_{s2} = \alpha_{s1}$ гэж авч, бетоны зөвхөн шахалтын бүсийн огтлолын талбай, суналт ба шахалтын арматурын талбайг авч тодорхойлно;

N_p - урьдчилсан хавчилтын хүчлэлтэй тэнцүү гадаад дагуу хүч (9.3.4);

M_p - гадаад ачаалал ба урьдчилсан хавчилтын хүчлэлээс үүсэх гулзайлгах момент, үүнийг дараах томьёогоор тодорхойлно.

$$M_p = M \pm N_p \cdot e_{op} \quad (9.39)$$

Энд: e_{op} - гадаад дагуу хүч N_p -ний үйлчлэлийн цэгээс хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төв хүртэлх зай.

(9.39) томьёонд M ба $N_p \cdot e_{op}$ моментуудын эргэлтийн чиглэл давхцаагүй үед «хасах», давхцах үед «нэмэх» тэмдгийг авна.

Хүчдэл σ_s -ийг дараах томьёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$\sigma_s = \frac{M - N_p \cdot (z - e_{sp})}{z \cdot A_s} \quad (9.40)$$

Энд: z - огтлолын суналтын бүсэд байрлах арматурын хүндийн төвөөс элементийн шахалтын бүсийн тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлийн үйлчлэх цэг хүртэлх зай;

e_{sp} - мөн арматурын хүндийн төвөөс гадаад дагуу хүч N_p -ний үйлчлэлийн цэг хүртэлх зай.

Тэгш өнцөгт хөндлөн огтлолтой элементийн хувьд шахалтын арматургүй (эсвэл түүнийг бодолцохгүй) үед z -ийн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$z = h_0 - \frac{x_N}{3} \quad (9.41)$$

Энд: x_N - шахалтын бүсийн өндөр, гадаад дагуу хүч N_p -ний үйлчлэлийг бодолцон 8.2.28-ын дагуу тодорхойлно.

Тэгш өнцөгт, тавр (шахалтын бүсдээ тавцантай), двутавр хөндлөн огтлолтой элементийн хувьд z -ийн утгыг $0,7h_0$ -тэй тэнцүүгээр авахыг зөвшөөрнө.

(9.38), (9.40) томъёонуудаар тодорхойлсон σ_s хүчдэл нь $(R_{s,ser} - \sigma_{sp})$ -с хэтрэхгүй байна.

Урьдчилан хүчитгэсэн төмөрбетон элементийн хэв гажилтын тооцоо

9.3.12 Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн хэв гажилтын тооцоог 9.3.13-9.3.15-ыг бодолцон 8.2.19-8.2.32-р заалтуудын дагуу хийнэ.

9.3.13 Урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн хотойлтыг тооцоход нийт мурийлтыг 8.2.24-өөр тодорхойлох ба ингэхдээ (8.140), (8.141) томъёонууд дахь мурийлтууд $\left(\frac{1}{r}\right)_1$, $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ ба $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ - ыг урьдчилсан хавчилтын хүчлэлийг бодолцон 9.3.14-ийн дагуу тодорхойлно.

Мурийлтыг тодорхойлохдоо урьдчилсан хавчилтын үе шатан дахь бетоны агшилт ба гулсалтын хэв гажилтын нөлөөг бодолцохыг зөвшөөрнө.

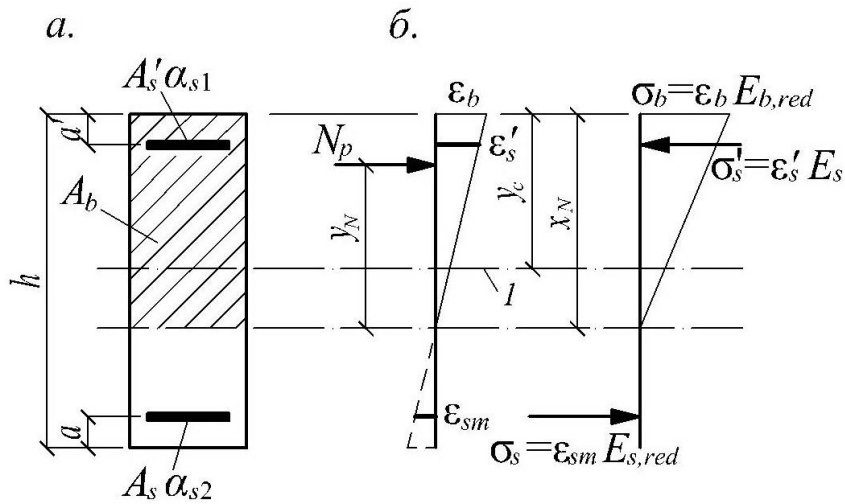
9.3.14 Урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн тухайн ачааллын үйлчлэлээс үүсэх мурийлт $\frac{1}{r}$ -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\frac{1}{r} = \frac{M - N_p \cdot e_{op}}{D} \quad (9.42)$$

Энд: M - гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент;

N_p ба e_{op} - урьдчилсан хавчилтын хүчлэлтэй тэнцүү дагуу хүч ба элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй уг дагуу хүчний эксцентриситет;

D - элементийн хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын гулзайлтын хөшүүншил, үүнийг гадаад ачааллаас үүсэх гулзайлгах моментыг бодолцон урьдчилсан хавчилтын хүчлэлийн үйлчлэл дэх төвийн бус шахалтын элементийн адилаар 8.2-ын дагуу тодорхойлно (9.3-р зураг).



1- суналтын бүсийн бетоныг тооцоогүй хөрвүүлсэн хөндлөн огтлолын хүндийн төвийн түвшин

(а) хөрвүүлсэн хөндлөн огтлол,

(б) хүчдэл-хэв гажсан төлөвийн бүдүүвч

9.3-р зураг. Ан цавтай урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн тооцооны бүдүүвч

9.3.15 Урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн мурийлтыг дараах томъёогоор тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

$$\frac{1}{r} = \frac{M - N_p \cdot z_p}{E_{s,red} \cdot A_s \cdot z \cdot (h_0 - x_N)} \quad (9.43)$$

Энд: z_p - урьдчилсан хавчилтын хүчлэлийн үйлчлэлийн цэгээс шахалтын бүсийн тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлийн үйлчлэх цэг хүртэлх зай;

z - суналтын арматурын хүндийн төвөөс шахалтын бүсийн тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлийн үйлчлэх цэг хүртэлх зай;

x_N - урьдчилсан хавчилтын нөлөөг тооцсон шахалтын бүсийн өндөр.

Шахалтын бүсийн өндрийг урьдчилан хүчитгээгүй гулзайлтын элементийн адилаар 8.2.28-ын дагуу, μ_s -ийн утгыг $\left(1 + \frac{N_p}{M_p} \cdot z\right)$ -р үржүүлэн авч тодорхойлно.

Шахалтын бүсийн тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлийн үйлчлэх цэгээс огтлолын хамгийн их шахагдах судал (волокну) хүртэлх зайг $0,3h_0$ -тэй тэнцүүгээр авч z_p ба z -ийн утгыг тодорхойлохыг зөвшөөрнө.

Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн мурийлтыг шугаман бус хэв гажилтын загварт үндэслэн тодорхойлох

9.3.16 Урьдчилан хүчитгэсэн гулзайлтын элементийн нийт мурийлтыг огтлолын суналтын бүсдээ ан цавгүй хэсэгт (8.140) томъёогоор, огтлолын суналтын бүсдээ ан цавтай хэсэгт (8.141) томъёогоор тодорхойлно.

(8.140) ба (8.141) томъёо дахь мурийлтуудын утгыг 9.2.13-ыг бодолцон (9.26)-(9.34) тэгшитгэлийн системийн шийдээр тодорхойлно. Энэ үед суналтын бүсдээ нормаль ан цавтай элементийн хувьд ан цавыг дайрсан хүчитгэсэн арматурын хүчдэлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_{si} = \left(\frac{E_{si} \cdot \epsilon_{si}}{\psi_{si}} + E_{si} \cdot \epsilon_{spi} \right) \cdot \nu_{si} \quad (9.44)$$

Харин ердийн (хүчитгээгүй) арматурын хүчдэлийг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\sigma_{sj} = \frac{E_{sj} \cdot \varepsilon_{sj}}{\psi_{sj}} \quad (9.45)$$

Энд:

$$\psi_{si(j)} = \frac{1}{1 + 0,8 \cdot \frac{\varepsilon_{si(j),crc}}{\varepsilon_{si(j)}}} \quad (9.46)$$

$\varepsilon_{si(j),crc}$ -ан цав дөнгөж үүссэний дараах ан цавтай огтлол дахь суналтын арматурын гадаад ачааллаас үүсэх харьцаат хэв гажилт;

$\varepsilon_{si(j)}$ -тооцож буй үе шатанд ан цавыг дайрсан суналтын арматурын харьцаат хэв гажилт;

ε_{spi} - урьдчилан хүчитгэсэн арматурын харьцаат хэв гажилт.

Ачааллын *түр хугацааны үйлчлэлээс* үүсэх мурийлтын тооцоонд шахалт ба суналтын бетоны богино хугацааны хэв гажилтын диаграммыг, харин ачааллын *үргэлжилсэн үйлчлэлээс* үүсэх мурийлтын тооцоонд II бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцооны үзүүлэлт бүхий бетоны удаан хугацааны хэв гажилтын диаграммыг хэрэглэнэ.

10. Бүтээцлэлийн шаардлага

10.1 Нийтлэг үндэслэл

10.1.1 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийн аюулгүй байдал, ашиглалтын хэвийн нөхцөлийг хангахын тулд тооцооны шаардлагаас гадна геометр хэмжээ ба арматурлалд бүтээцлэлийн шаардлагыг тавина.

Дараах тохиолдлуудад бүтээцлэлийн шаардлагыг тогтооно. Үүнд:

- гадаад ачаалал ба үйлчлэлд бүтээцийн эсэргүүцлийг тооцоогоор хангалттай, бүрэн нарийн тодорхойлж, батлах боломжгүй үед;
- тухайн тооцооны үндэслэлийг хэрэглэж болох хязгаар (захын нөхцөл)-ыг бүтээцлэлийн шаардлагаар тодорхойлох үед;
- бетон ба төмөрбетон бүтээцийг үйлдвэрлэх технологийн биелэлтийг бүтээцлэлийн шаардлагаар хангах үед.

10.2 Геометр хэмжээнд тавих шаардлага

10.2.1 Бетон, төмөрбетон бүтээцийн геометр хэмжээ нь дараах нөхцөлийг хангах утгуудаас багагүй байна. Үүнд:

- арматурыг байрлуулах, бэхлэх (анкерлах) ба арматур бетоной хамтран ажиллах боломж, энд 10.3-ыг бодолцоно;
- шахалтын элементийн туяншилын хязгаарлалт;
- бүтээцийн бетоны чанарын шаардагдах үзүүлэлт (MNS 2228:2019)

10.2.2 Төвийн бус шахалтын элементийн огтлолын хэмжээг түүний хөшүүншилийг хангахын тулд туяншил $\frac{l_0}{i}$ нь дурын чиглэлдээ дараах утгуудаас

хэтрэхгүй байхаар авна. Үүнд:

- 200 – төмөрбетон элементэд;
- 120 – барилгын элемент болох баганад;
- 90 – бетон элементэд.

10.2.3 Барилга байгууламжийн бүтээцэд температур-агшилтын байнгын ба түр заадаснуудыг төлөвлөж өгөх ба тэдгээрийн хоорондын зайг цаг уурын нөхцөл, байгууламжийн бүтээцлэлийн онцлог, үйлдвэрлэлийн ажлын дараалал гэх мэтээс хамааруулан тогтооно.

Суурийн жигд бус суулттай үед бүтээцийг суултын заадсаар салган төлөвлөж өгнө.

Температур-агшилтын байнгын заадаснуудын хоорондын зайг тооцоогоор тогтооно.

Хэрэв гадна агаарын тооцооны температур нь хасах 40°C ба түүнээс дээш үед температур-агшилтын заадас хоорондын зай 10.1а-р хүснэгтэд өгсөн утгаас хэтрэхгүй бол тооцоо хийхгүй байхыг зөвшөөрнө.

10.1а-р хүснэгт

Барилга, бүтээц	Дараах нөхцөл дэх бүтээцэд тооцоогүйгээр авахыг зөвшөөрөх температур-агшилтын заадас хоорондын хамгийн их зай, м		
	Халаалттай барилга дотор эсвэл хөрсөнд байрлах	Халаалтгүй барилга дотор	Задгай талбайд
Бетон:			
а) угсармал	40	35	30
б) цутгамал:			
бүтээцлэлийн арматуртай үед	30	25	20
бүтээцлэлийн арматургүй үед	20	25	10
Төмөрбетон:			
а) угсармал араг бүтээц:			
нэг давхар	72	60	48
олон давхар	60	50	40
б) угсармал-цутгамал, цутгамал:			
араг бүтээц	50	40	30
ханатай	40	30	25
Тайлбар: Төмөрбетон араг бүтээц (каркасан)-тэй барилгын температур-агшилтын заадас хоорондын зайг холбоосгүй эсвэл холбоос нь температурын блокийн голд байрласан үеийнхээр тогтоосон.			

Гүүрэн крангүй араг бүтээцтэй барилга, байгууламжийн авч үзэж буй чиглэлд холбоостой (хөшүүншилийн диафрагм) үед 10.1а-р хүснэгтэд өгсөн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлох илтгэлцүүрээр үржүүлэхийг зөвшөөрнө.

$$\delta = \delta_{\Delta t} \delta_l \delta_{\varphi} \geq 1 \quad (10.1a)$$

Энд: $\delta_{\Delta t}$ – илтгэлцүүр, дараах утгатай тэнцүүгээр авна.

-Халаалттай барилгад

$$\delta_{\Delta t} = \frac{50}{\Delta t_w + \varepsilon \cdot 10^5} \quad (10.16)$$

-Халаалтгүй барилга, байгууламжид

$$\delta_{\Delta t} = \frac{60}{|\Delta t_c|} \quad (10.1b)$$

Энд: Δt_w , Δt_c – температурын өөрчлөлтийн тооцооны утга, °С, үүнийг БНБД 20-04-17-аар тодорхойлно;

ε - хэвтээ элементэд босоо ачааллаас үүсэх харьцаат уртсалт, үүнийг төмөрбетон элементэд $\varepsilon = 1 \cdot 10^{-4}$, ган элементэд $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-4}$ гэж авахыг зөвшөөрнө;

$$\delta_l = \frac{l}{9h} \quad (10.1g)$$

l – баганын бэхэлгээний цэгүүдийн хоорондох урт;

h - авч үзэж буй чиглэл дэх баганын огтлолын өндөр;

$$\delta_{\varphi} = 0,4 + 0,01\varphi_{ext} \leq 1 \quad (10.1д)$$

φ_{ext} – жилийн хамгийн халуун сарын гадна агаарын чийгшил, %, үүнийг БНБД 23-01-09 -аар авна.

Илтгэлцүүр δ -ийг тооцох үед температур-агшилтын заадас хоорондын зай нь дараах утгуудаас хэтрэхгүй байна. Үүнд:

- угсармал бүтээцтэй халаалттай барилгад 150м,
- угсармал-цутгамал ба цутгамал бүтээцтэй халаалттай барилгад 90м,
- угсармал бүтээцтэй халаалтгүй барилга, байгууламжид 120м,
- угсармал-цутгамал ба цутгамал бүтээцтэй халаалтгүй барилга, байгууламжид 72м.

10.3 Арматурлалд тавих шаардлага

Хамгаалалтын бетон үе

10.3.1 Хамгаалалтын бетон үеийг дараах нөхцөлийг хангахаар хийнэ. Үүнд:

- Арматур ба бетоны хамтын ажиллагаа;
- Арматур бетонд бэхлэгдэх (анкерлах) ба арматуран элементийн уулзвар залгааг хийх боломж;
- Арматурыг хүрээлэн буй орчин (мөн түүнчлэн идэмхий орчин)-оос хамгаалах;
- Бүтээцийн гал тэсвэршил.

10.3.2 Хамгаалалтын бетон үеийн зузааныг бүтээц дэх арматурын үүрэг зориулалт (ажлын эсвэл бүтээцлэлийн), бүтээцийн төрөл (багана, хавтан, дамнуруу, суурийн элемент, хана г.м.), арматурын голч ба төрөл, түүнчлэн БНБД 20-02-11-ыг харгалзан үзэж, энэхүү дэд бүлгийн шаардлагуудад үндэслэн авна.

Ажлын арматур (мөн түүнчлэн цагариг эсвэл хайрцаг огтлолтой хөндий элементийн дотор талс гадаргад байрлах арматур)-ын хамгаалалтын бетон үеийн зузааны хамгийн бага утгыг 10.1-р хүснэгтээр авна.

Угсармал элементийн хувьд 10.1-р хүснэгтэд өгсөн ажлын арматурын хамгаалалтын бетон үеийн зузааны хамгийн бага утгыг 5мм-ээр бууруулан авна. Бетон бэлтгэлгүй угсармал сууринд хамгаалалтын бетон үеийн зузааны хамгийн бага утгыг 35мм-тэй тэнцүүгээр авна.

Бүтээцлэлийн арматурын хамгаалалтын бетон үеийн зузааны хамгийн бага утгыг ажлын арматурт шаардагдах утгаас 5мм-ээр багаар авна.

Бүх тохиолдолд хамгаалалтын бетон үеийн зузааныг арматурын шилбэний голчоос болон 10мм-ээс багагүйгээр авна.

В7,5 ба түүнээс бага ангийн хөнгөн болон сийрмэг бетоноор хийсэн нэг үетэй бүтээцэд хамгаалалтын үеийн зузаан 20мм-ээс багагүй, гадна хананы хавтан (өнгөлгөөний үегүй)-д 25мм-ээс багагүй байна. Сүвэрхэг бетоноор хийсэн нэг үетэй бүтээцэд ямар ч тохиолдолд хамгаалалтын үеийн зузааныг 25мм-ээс багагүйгээр авна.

10.1-р хүснэгт

Барилгын бүтээцийн ашиглалтын нөхцөл	Хамгаалалтын бетон үеийн зузааны хамгийн бага хэмжээ, мм
Хэвийн ба бага чийгшилтэй битүү өрөөнд	20
Их чийгшилтэй битүү өрөөнд (хамгаалалтын нэмэлт арга хэмжээ аваагүй)	25
Задгай талбайд (хамгаалалтын нэмэлт арга хэмжээ аваагүй)	30

Хөрсөнд (хамгаалалтын нэмэлт арга хэмжээ аваагүй), бетон бэлтгэлтэй цутгамал суурьт	40
Бетон бэлтгэлгүй цутгамал суурьт (зөвхөн доод ажлын арматурын хувьд)	70

Сууриас бусад гулзайлт, суналт ба төвийн бус шахалт (тогтмол ба удаан хугацааны ачааллаас үүсэх хүчлэлийн харьцаа нь $\frac{M}{N} > 0,3h$ үед)-ын элементийн 50мм-ээс их хамгаалалтын бетон үед бүтээцлэлийн арматуран тор тавих ба үүний дагуу арматурын огтлолын талбай нь $0,05A_s$ -с багагүй, хөндлөн арматурын алхам нь элементийн хөндлөн огтлолын бага хэмжээнээс ихгүй байна.

10.3.3 Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн төгсгөлд хүчдэл дамжих бүсийн урт (9.1.12-ыг үз)-д хамгаалалтын бетон үеийн зузаан нь $3d$ -ээс багагүй байх бөгөөд шилбэн арматурын хувьд 40мм-ээс багагүй, татлаган (канат) арматурын хувьд 20мм-ээс багагүй байна.

Анкертай ба анкергүй урьдчилан хүчитгэсэн арматурын хувьд тулгуурын огтлолын хамгаалалтын бетон үеийн зузааныг тулгуурын ган нарийвч ба 10.3.20-ын дагуу тавьсан дам арматур(косвенная арматура)-тай (ширээсэн хөндлөн тор эсвэл дагуу арматурыг бүслүүрдсэн хомут) үед тулгуурын хүчлэлийг төвлөрсөн байдлаар дамжуулах урьдчилан хүчитгэсэн элементийн алслалын огтлолынхтой ижлээр авахыг зөвшөөрнө.

10.3.4 Сувагт байрлуулан бетонд тулж татан хүчитгэсэн дагуу арматуртай элементэд элементийн гадаргуугаас сувгийн гадаргуу хүртэлх зайг 40мм-ээс багагүй бөгөөд сувгийн өргөн (голч)-с багагүйгээр, харин хажуугийн талс гадарга хүртэлх зайг сувгийн өндөр (голч)-ийн хагасаас багагүйгээр авна. Хүчитгэсэн арматурыг ховилд эсвэл элементийн огтлолын гадна байрлуулсан үед шүрших (торкрет, shotcrete) эсвэл өөр аргаар хийж үүсгэсэн хамгаалалтын бетон үеийн зузааныг 20мм-ээс багагүйгээр авна.

Арматурын шилбэ хоорондын хамгийн бага зай

10.3.5 Арматурын шилбэ хоорондох цэвэр хамгийн бага зайг арматур ба бетоны хамтын ажиллагаа, бүтээцийг чанартай бэлтгэхтэй холбоотой бетон зуурмагийг цутгах ба нягтруулах боломжийг хангасан байхаар, гэхдээ шилбэний хамгийн их голчоос, түүнчлэн дараах утгуудаас багагүйгээр авна. Үүнд:

25мм - нэг эсвэл хоёр эгнээнд байрласан доод үеийн арматурын хувьд бетон цутгахад тэдгээр нь хэвтээ эсвэл налуу байрлалтай үед;

30мм – мөн дээд үеийн арматурын хувьд;

50мм – мөн 2-оос олон эгнээнд байрласан доод үеийн арматурын хувьд (доод хоёр эгнээний шилбэнээс бусад), түүнчлэн бетон цутгахад арматур нь босоо байрлалтай үед.

Зай багатай нөхцөлд шилбэнүүдийг бүлэг-багц (хооронд нь завсаргүйгээр) болгон байрлуулахыг зөвшөөрнө. Энэ үед багцуудын хоорондох цэвэр зай нь талбайгаараа арматуран багцынхтай ижил байх шилбэний хөрвүүлсэн голчоос

багагүй байна. Энэ хөрвүүлсэн голчийг $d_{s,red} = \sqrt{\sum_i^n d_{si}^2}$ -тай тэнцүүгээр авах ба энд

d_{si} – багц дахь нэг шилбэний голч, n – багц дахь шилбэний тоо болно.

Дагуу арматурлал

10.3.6 Төмөрбетон элементийн суналтын дагуу арматурын, түүнчлэн тооцоогоор шаардлагатай бол шахалтын арматурын огтлолын талбай буюу тэгш өнцөгт огтлолын өргөн эсвэл тавр (двутавр) огтлолын хавиргын өргөнийг огтлолын ажлын өндрөөр үржүүлэн авсан бетон огтлолын талбайд эзлэх хувь $\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\%$ -г дараах утгуудаас багагүйгээр авна. Үүнд:

– 0,1% - гулзайлт, төвийн бус суналтын элемент, туяншил нь $\frac{l_0}{i} \leq 17$ (тэгш өнцөгт огтлолын хувьд $\frac{l_0}{h} \leq 5$) байх төвийн бус шахалтын элементэд;

– 0,25% - туяншил нь $\frac{l_0}{i} \geq 87$ (тэгш өнцөгт огтлолын хувьд $\frac{l_0}{h} \geq 25$) байх төвийн бус шахалтын элементэд;

– элементийн туяншилын завсрын утгуудад μ_s -г шугаман хамаарлаар авна.

Огтлолын хүрээгээр жигд байрласан дагуу арматуртай элемент, түүнчлэн төвийн суналтын элементэд бүх дагуу арматурын хамгийн бага талбайг дээр заасан утгуудаас 2 дахин ихээр авах ба бетон огтлолын бүтэн талбайд харьцуулж авна.

Дээр заасан арматурлалын хамгийн бага хувийн утгыг хангахгүй элементийг бетон элемент гэж үзнэ.

10.3.7 Бетон бүтээцэд бүтээцлэлийн арматурыг дараах байрлалуудад хийнэ. Үүнд:

- элементийн огтлолын хэмжээ огцом өөрчлөгдөж буй байрлалд;
- бетон хананы нүхний доод ба дээд хэсэгт;
- суналтын бетоны ажлыг бодолцолгүйгээр бат бэхийг нь тооцох төвийн бус шахалтын элементийн сунгах хүчдэл үүсэж буй талс гадаргад; энэ үед арматурлалын илтгэлцүүр μ_s -г 0,025%-с багагүйгээр авна.

10.3.8 Төмөрбетон шулуун шугаман бүтээц ба хавтанд арматурыг бетоны ажилд үр ашигтайгаар оролцуулах, хүчдэл ба хэв гажилтыг жигд тархаах, түүнчлэн арматурын шилбэ хоорондын ан цав нээгдэлтийн өргөнийг хязгаарлахын тулд дагуу шилбэн арматуруудын тэнхлэг хоорондох хамгийн их зайг дараах утгуудаас ихгүйгээр авна. Үүнд:

Төмөрбетон дамнуруу ба хавтанд

-огтлолын өндөр нь $h \leq 150$ мм үед 200мм;

- огтлолын өндөр нь $h > 150$ мм үед $1,5h$ ба 400 мм;

Төмөрбетон баганад

- гулзайлтын хавтгайд перпендикуляр чиглэлд 400мм;

- гулзайлтын хавтгайн чиглэлд 500мм.

Төмөрбетон хананд босоо арматурын шилбэнүүдийн хоорондох зайг $2t$ ба 400мм-с (t – хананы зузаан) ихгүйгээр, харин хэвтээ шилбэнүүдийн хоорондох зайг 400мм-с ихгүйгээр авна.

10.3.9 Хөндлөн огтлол өргөн нь 150мм-с илүү дамнуруу ба хавирганд хоёроос цөөнгүй ажлын суналтын дагуу арматур заавал тавина. Элементийн өргөн 150мм ба түүнээс бага үед хөндлөн огтлолд нэг дагуу арматур тавихыг зөвшөөрнө.

10.3.10 Дамнуруунд алслал дахь шилбэнүүд (арматур)-ийн огтлолын талбайн 1/2-с багагүй, мөн хоёроос цөөнгүй шилбэнийхээс багагүй талбайтай ажлын дагуу шилбийг тулгуур хүртэл үргэлжлүүлнэ.

Хавтанд алслалын 1м өргөн дэх шилбэ (арматур)-ийн огтлолын талбайн 1/3-с багагүй огтлолын талбайтай ажлын дагуу арматурыг хавтангийн өргөний 1м-т тулгуур хүртэл үргэлжлүүлнэ.

Хөндлөн арматурлал

10.3.11 Хөндлөн арматурыг хүчлэлийг хүлээн авах тооцоогоор тогтоох ба мөн түүнчлэн ан цавыг хязгаарлах, дагуу арматурыг төслийн байрлалд тогтоон барих болон дурын чиглэлд тэдгээрийг хажуу тийш цүлхийхээс хамгаалж бэхлэх зорилгоор тавина.

Хөндлөн арматурыг төмөрбетон элементийн дагуу арматур тавигдсан бүх гадаргуугаар тавина.

10.3.12 Төвийн бус шахалтын элементийн боосон хэлхээс дэх хөндлөн (хомут) арматурын голчийг дагуу арматурын хамгийн их голчийн 0.25-аас багагүй буюу 6мм-с багагүй авна.

Гулзайлтын элементийн боосон хэлхээсийн хөндлөн арматурын голчийг 6 мм-ээс багагүйгээр авна.

Ширээсэн хэлхээсийн хөндлөн арматурын голчийг хамгийн их голчтой дагуу арматуртай холбон ширээх нөхцөлөөр тогтоосон голчоос багагүйгээр авна.

10.3.13 Төмөрбетон элемент дэх хөндлөн хүчийг тооцоогоор бетон дангаараа хүлээн авч чадахгүй үед хөндлөн арматурыг $0,5h_0$ ба 300 мм-ээс ихгүй алхамтайгаар тавина.

Цул хавтан мөн түүнчлэн 300 мм-ээс бага өндөртэй олон хавиргат хавтан, 150 мм-ээс бага өндөртэй дамнурууны (хавирганы) хөндлөн хүчийг тооцоогоор зөвхөн бетон хүлээж авах элементийн хэсэгт хөндлөн арматурыг тавихгүй байж болно.

150 мм ба түүнээс их өндөртэй дамнуруу болон хавирганд, 300 мм-ээс их өндөртэй олон хавиргат хавтанд (хавирганд) хөндлөн хүчийг тооцоогоор зөвхөн бетон хүлээн авах элементийн хэсэгт хөндлөн арматурыг $0,7h_0$ ба 500 мм-с ихгүй алхамтайгаар тавина.

10.3.14 Төвийн бус шахалтын шугаман элемент, түүнчлэн гулзайлтын элементэд тооцоогоор шахалтын дагуу арматур шаардлагатай үед дагуу арматурын цүлхийлтээс сэргийлэх зорилгоор хөндлөн арматурыг $15d$ (d -шахалтын дагуу арматурын голч) ба 500 мм-ээс ихгүй алхамтай тавина.

Хэрэв элементийн нэг талс гадаргад тавих шахалтын дагуу арматурын талбай 1,5%-иас илүү бол хөндлөн арматурыг $10d$ ба 300 мм-ээс ихгүй алхамтай тавина.

10.3.15 Төвийн бус шахалтын шугаман элементийн хомуцыг (хөндлөн шилбэ) бүтээцлэхдээ нэмэлт арматурын байрлалд дагуу арматур (ядаж нэг арматур) байхаар хийх ба энэ нэмэлт арматур (хөндлөн шилбэ)-ыг элементийн талс гадаргын өргөний дагуу 400 мм-ээс ихгүй зайд байрлуулна. Талс гадаргын өргөн 400 мм-ээс ихгүй ба энэ талс гадарга дахь дагуу арматурын тоо дөрвөөс ихгүй бол огтлолын бүх дагуу арматурыг нэг хомутоор ороохыг зөвшөөрнө.

10.3.16 Мушгих момент үйлчлэх элементэд хөндлөн арматур (хомут)-ыг битүү хүрээ үүсгэхээр хийнэ.

10.3.17 Хавтангийн цөмрөлтийн бүсэд хөндлөн арматурыг тооцооны хүрээний талуудад перпендикуляр чиглэлд $1/3h_0$ ба 300 мм-ээс ихгүй алхамтай байрлуулна. Ачааллын талбайн хүрээнд ойр орших шилбэнүүдийг энэ хүрээнээс $\frac{h_0}{3}$ -с багагүй ба

$\frac{h_0}{2}$ -с ихгүй зайд байрлуулна. Энд хөндлөн арматур тавих бүсийн өргөн (ачааллын

талбайн хүрээнээс) $1,5h_0$ -с багагүй байх ёстой. Хөндлөн арматурын алхмыг $1/2h_0$ хүртэл ихэсгэхийг зөвшөөрнө. Энэ үед цөмрөлтийн пирамидын хамгийн тохиромжгүй байрлалыг авч үзэж, тооцоонд зөвхөн цөмрөлтийн пирамидтай огтлолцож байгаа арматурын шилбийг бодолцоно.

Тооцооны хүрээний талтай параллель чиглэлд хөндлөн арматур хоорондын зайг тухайн тооцооны хүрээний талын уртын $1/4$ -с холгүйгээр авна.

10.3.18 Орчны шахалт (холголт)-ын үед дам арматуран (косвенная арматура) тор хэлбэртэй хөндлөн арматурыг тооцооны $A_{b,max}$ талбайн хязгаарт (8.1.43-ыг үз) байрлуулна. Элементийн захад ачааллын талбай байрласан үед дам арматур (косвенная арматура)-ын торыг чиглэл бүрдээ ачааллын талбайн харилцан

перпендикуляр хоёр талуудын нийлбэрээс багагүй хэмжээний талуудтай талбайд тавина (8.9-р зураг).

Торыг гүний дагуу дараах байдлаар байрлуулна. Үүнд:

- Элементийн зузаан ачааллын талбайн их талын хэмжээг хоёр дахин авснаас их үед - ачааллын талбайн хэмжээг хоёр дахин авсан хязгаарт;
- Элементийн зузаан ачааллын талбайн их талын хэмжээг хоёр дахин авснаас бага үед - элементийн зузааны хязгаарт.

10.3.19 Хөндлөн хүч, мушгих моментыг хүлээн авахаар, мөн цөмрөлтийг эсэргүүцэхээр төлөвлөсөн хөндлөн арматурын төгсгөлийг тухайн арматур ба холболтын бат бэх тэнцүү байхаар найдвартай тээглүүлж (анкерлаж) өгөх ёстой. Ингэхдээ дагуу арматурт ширээх, дагуу арматурыг ороох эсвэл шилбэний төгсгөлд тээглүүр (анкер)-ийн төхөөрөмж хийх замаар бэхэлгээг хийнэ.

10.3.20 Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн төгсгөлд урьдчилан хүчитгэл дамжуулах мужийн урт l_p -ын 0.6 аас багагүй хэсгийн уртад, харин B7.5-B12.5 ангийн хөнгөн бетон элементэд l_p –ээс багагүй ба тээглүүргүй арматуртай элементэд 20см-ээс багагүй хэсгийн уртад, харин бэхэлгээ (анкер)-ний төхөөрөмжтэй бол энэ төхөөрөмжийн уртыг хоёр дахин авсан хэсэгт 5см алхамтай нэмэлт хөндлөн эсвэл дам арматур (ширээсэн тор, бүх дагуу арматурын шилбийг ороосон хомут гэх мэтийг 5-10см алхамтайгаар) тавих ёстой. Бетонд тулж хүчитгэсэн арматур, түүнчлэн тулгуурт тулж хүчитгэсэн арматурын бетоной барьцалдалт хангалтгүй үед (гөлгөр гадаргуутай утас, олон утаст канат) арматурын төгсгөлд заавал тээглүүр (анкер) тавих ба энэ бэхэлгээ (анкер)-ний төхөөрөмж нь арматурын ажлын бүх үе шатанд түүнийг бетонд найдвартай бэхлэх ёстой.

Өндөр бат бэхтэй иржгэр гадаргуутай арматуран утас, нэг удаагийн томолттой канатан арматур, халуунаар нь цувьсан ба дулаанаар бэхжүүлсэн иржгэр гадаргуутай шилбэн арматурыг тулгуурт татаж хүчитгэн ажлын хүчитгэсэн арматураар хэрэглэх үед тэдгээрийн төгсгөлд тээглүүр (анкер)-ний төхөөрөмж хэрэглэхгүй байхыг зөвшөөрнө.

Арматурын тээглүүр

10.3.21 Арматурын тээглүүрийг дараах аргуудын аль нэг эсвэл тэдгээрийн хосолсон аргаар хийнэ. Үүнд:

- шилбэний төгсгөлийг шулуун байхаар (шулуун тээглүүр);
- шилбэний төгсгөлийг дэгээ(180*-аар матах), матаас (90*-аар матах) эсвэл битүү гогцоо маягаар нугалах (зөвхөн хүчитгээгүй арматурт);
- тээглүүлж буй арматурын тэнхлэгт хөндлөн байрлалтай нэмэлт хөндлөн шилбийг тавьж ширээх (зөвхөн хүчитгээгүй арматурт);
- тээглүүлж буй арматурын шилбэ (зөвхөн хүчитгээгүй арматурт)-ний чиглэлд ширээсэн тор, П хэлбэрийн шилбэн нэмэлт арматуран эдлэлийн төгсгөл нь бетоны шахалтын бүсэд орсон байхаар тээглүүрийн уртаар тавих.
- шилбэний төгсгөлд тусгай тээглүүр төхөөрөмж (ялтас, жийрэг (даравч), эрэг, толгой суулгах гэх мэт) хэрэглэх.

Нэмэлт хөндлөн шилбэ ба тээглүүр төхөөрөмжийн хэмжээг 10.3.28-ыг бодолцон тодорхойлно.

10.3.22 Шулуун ба матаас тээглүүрийг зөвхөн иржгэр гадаргуутай арматурт хэрэглэнэ. Суналтад ажиллах гөлгөр гадаргуутай шилбэнд дэгээ, гогцоо, гагнасан хөндлөн шилбэ эсвэл тусгай тээглүүр төхөөрөмж хийнэ.

Матаас, дэгээ ба гогцоог ачааллын хэд хэдэн боломжит хослолын үед суналтад орж болзошгүй гөлгөр арматураас бусад шахалтын арматурын тээглүүрт хэрэглэхгүй.

10.3.23 Арматурын тээглүүрийн уртыг тооцоход тээглүүлэх арга, арматурын анги, гадаргуу, арматурын голч, бетоны бат бэх, тээглүүрийн муж (орчин) дахь бетоны хүчдэлт төлөв, уг муж дахь элементийн бүтээцлэлийн шийдэл (хөндлөн арматуртай эсэх, элементийн огтлол дахь шилбэний байрлал гэх мэт) зэргийг бодолцоно.

10.3.24 Бүрэн R_s тооцооны эсэргүүцэлтэй арматурын хүчлэлийг бетонд дамжуулахад шаардлагатай тээглүүрийн суурь (үндсэн) уртыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$l_{o,an} = \frac{R_s \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s} \quad (10.1)$$

Энд: A_s ба u_s - тээглүүлж буй шилбэн арматурын хөндлөн огтлолын талбай ба хүрээний урт (периметр), эдгээрийг шилбэний нэрлэсэн голчоор тодорхойлно.

R_{bond} -арматур ба бетоны барьцалдалтын тооцооны эсэргүүцэл, үүнийг тээглүүрийн уртын дагуу жигд тархсан байдлаар авч дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$R_{bond} = \eta_1 \eta_2 R_{bt} \quad (10.2)$$

Энд: R_{bt} -бетоны тэнхлэгийн дагуух суналтын тооцооны эсэргүүцэл;

η_1 -арматурын гадаргуугийн байдлын нөлөөг тооцсон илтгэлцүүр, дараах утгатай тэнцүү байхаар авна. Үүнд:

Ердийн арматур:

1,5 - гөлгөр арматур;

2,0 - иржгэр гадаргуутай хүйтнээр сунгасан арматур;

2,5- халуунаар цувьсан болон дулаан- механик боловсруулалт хийсэн иржгэр гадаргуутай арматур:

Хүчитгэсэн арматур:

1,7- иржгэр гадаргуутай хүйтнээр сунгасан, 3мм голчтой Вр1500 ангийн арматур ба 6,2; 6,9мм голчтой К7 ангийн канатан арматур(К7, К7Т);

1,8-хүйтнээр сунгасан, 4мм ба түүнээс дээш голчтой Вр ангийн арматур;

2,2- гөлгөр гадаргуутай утсаар хийсэн 9мм ба түүнээс дээш голчтой К7 ангийн канатан арматур (К7);

2,4- иржгэр гадаргуутай утсаар хийсэн 9мм ба түүнээс дээш голчтой К ангийн канатан арматур (К7Т);

2,5 - халуунаар цувьсан болон дулаан- механик боловсруулалт хийсэн А ангийн арматур.

η_2 -арматурын голчийн нөлөөг тооцох илтгэлцүүр, дараах утгатай тэнцүү байхаар авна:

Ердийн арматурт:

$\eta_2 = 1,0$ -арматурын голч $d_s \leq 32$ мм үед;

$\eta_2 = 0,9$ -арматурын голч 36 ба 40мм үед.

Хүчитгэсэн арматурт:

$\eta_2 = 1,0$ - бүх төрлийн хүчитгэсэн арматурт;

10.3.25 Арматурын тээглүүрийн шаардлагатай тооцооны уртыг тээглүүрийн муж дахь элементийн бүтээцлэлийн шийдлээс хамааруулан дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$l_{an} = \alpha_1 \cdot l_{o,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}, \quad (10.3)$$

Энд: α_1 - бэхэлгээний уртад бетоны ба арматурын хүчдэлт төлөв болон тээглүүрийн муж дахь элементийн бүтээцлэлийн шийдлийн нөлөөг тооцсон илтгэлцүүр;

$l_{o,an}$ - тээглүүрийн суурь урт, (10.1) томъёогоор тодорхойлно;

$A_{s,cal}, A_{s,ef}$ -тооцоогоор шаардагдах ба бодитоор тогтоосон арматурын

хөндлөн огтлолын талбай;

Нэмэлт тээглүүр төхөөрөмжгүй дэгээ болон гогцоо бүхий гөлгөр арматур эсвэл иржгэр гадаргуутай шилбийг шулуун төгсгөлөөр тээглүүрдсэн хүчитгээгүй арматурын хувьд суналтын шилбэнд $\alpha_1 = 1,0$, харин шахалтын шилбэнд $\alpha_1 = 0,75$ байна. Хүчитгэсэн арматурын хувьд $\alpha_1 = 1,0$.

Хөндлөн арматурын голч, тоо, тээглүүр төхөөрөмжийн төрөл (нэмэлт хөндлөн арматур тавьж ширээсэн, иржгэр гадаргуутай шилбэний төгсгөлийг нугалсан) болон тээглүүрийн муж дах бетоны хөндлөн хавчилтын хэмжээ (жишээлбэл: тулгуурын реакци) зэргээс хамаарч тээглүүрийн уртыг багасгахыг зөвшөөрнө. Гэхдээ 30%-с ихгүйгээр багасгана.

Ямар ч тохиолдолд тээглүүрийн бодит уртыг $15d_s$ ба 200мм-с багагүй, харин ердийн шилбэнд $0,3l_{o,an}$ -с багагүй.

Жижиг дүүргэгчтэй А бүлгийн бетон элементэд тээглүүрийн уртын шаардлагатай тооцооны утгыг суналтын бетонд $10d_s$, шахалтын бетонд $5d_s$ –ээр ихэсгэнэ.

10.3.26 Тээглүүрдсэн шилбэний хүлээн авах хүчлэл N_s -г дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N_s = R_s \cdot A_s \frac{l_s}{l_{an}} \leq R_s \cdot A_s, \quad (10.4)$$

Энд: l_{an} -тээглүүрийн урт, үүнийг $\frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} = 1$ гэж авч, 10.3.25-д зааснаар

тодорхойлно;

l_s -тээглүүрдсэн шилбэний төгсгөлөөс элементийн авч үзэж буй хөндлөн огтлол хүртэлх зай.

10.3.27 Элементийн захын чөлөөтэй тулгуурын хэсэгт, $Q \leq Q_{b1}$ (8.1.31-8.1.35)

нөхцөлийг хангасан үед чөлөөт тулгуурын дотор талс гадаргаас цааш илүү гарсан суналтын шилбэн арматурын хэсгийн урт $5d_s$ -с багагүй байх ёстой. Хэрэв энэ нөхцөл биелэхгүй бол тулгуурын талс гадаргаас цааш илүү гарсан арматурын хэсгийн уртыг 10.3.25-д зааснаар тодорхойлно.

10.3.28 Шилбэн арматурын төгсгөлд ялтас, жийрэг, эрэг, булан төмөр, толгой суулгах зэрэг тусгай тээглүүр хэрэглэвэл түүний бетоной хүрэлцэх талбай нь бетоны холголтын бат бэхийн нөхцөлийг хангах ёстой. Үүнээс гадна ширээсэн тээглүүрэн нарийвчийг төсөллөхдөө металлын ширээгдэх шинж чанар, ширээлтийн арга ба нөхцөл зэргийг тооцох хэрэгтэй.

Арматурын залгаас

10.3.29 Арматурыг холбохдоо дараах залгаасны төрлүүдээс аль нэгийг хэрэглэнэ.

а) ширээлгүйгээр зөрүүлж холбохдоо:

-иржгэр гадаргуутай шилбэний төгсгөлийг шулуунаар;

-шулуун төгсгөлтэй арматурын зөрүүлгийн урт дээр хөндлөн шилбэ тогтоох эсвэл ширээх;

-төгсгөлд нь нугалах (дэгээ, матаас, гогцоо); гөлгөр гадаргуутай шилбэнд зөвхөн дэгээ ба гогцоо гаргана.

б) Ширээх ба механик аргаар залгахдаа:

- арматурыг ширээх;

- тусгай механик тоноглол хэрэглэх (хавчих бугуйвчан холбоосон (муфт) залгаас, эрээст бугуйвчан холбоос (муфт) гэх мэт).

10.3.30 Арматурын зөрүүлэг залгаасыг (ширээхгүйгээр) 40 мм-с ихгүй голчтой ажлын арматуран шилбийг залгахад хэрэглэнэ.

Арматурыг зөрүүлж залгахдаа 10.3.22-ыг мөн хэрэгжүүлнэ.

Шахалт эсвэл суналтын арматурын зөрүүлгийн урт нь доорх томъёогоор тодорхойлсон l_1 -ээс багагүй байна.

$$l_1 = \alpha_2 \cdot l_{o,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}, \quad (10.5)$$

$l_{o,an}$ - тээглүүрийн суурь урт, (10.1) томъёогоор тодорхойлно.

$A_{s,cal}, A_{s,ef}$ -10.3.25-д зааснаар олно.

α_2 - арматурын хүчдэл хэв гажилтын төлөв, шилбэний залгаасны муж дахь элементийн бүтээцлэлийн шийдэл, нэг огтлол дахь нийт арматурын тоотой харьцуулсан уг огтлол дахь залгаж буй арматурын тоо, залгаж буй шилбэний хоорондох зайны нөлөөг бодолцсон илтгэлцүүр;

Шулуун төгсгөлтэй иржгэр гадаргуутай арматур, мөн нэмэлт тээглүүрийн төхөөрөмжгүй дэгээ буюу гогцоотой гөлгөр шилбийг залгахдаа α_2 илтгэлцүүрийг суналтын арматурт 1,2-той, шахалтын арматурт 0,9-тэй тэнцүүгээр тус тус авна. Энэ үед дараах нөхцөлүүдийг хангах хэрэгтэй. Үүнд:

- элементийн тооцооны нэг огтлол дахь залгагдаж буй иржгэр гадаргуутай суналтын ажлын арматурыг нийт арматурт харьцуулсан тоо 50%-с, гөлгөр арматурт (дэгээ буюу гогцоотой) 25%-с ихгүй байна;
- залгаасын хязгаарт байрлуулсан бүх хөндлөн арматурын хүлээн авах хүчлэл нь элементийн тооцооны нэг огтлол дахь залгагдсан суналтын ажлын арматуруудын хүлээн авах хүчлэлийн хагасаас багагүй байх ёстой;
- залгаж байгаа ажлын арматурын шилбэнүүдийн хооронд цэвэр зай $4d_s$ -ээс ихгүй байна;

-зэргэлдээ зөрүүлэг залгааснуудын хоорондох цэвэр зай (төмөрбетон элементийн өргөнөөр) $2d_s$ ба 30 мм-ээс багагүй байна.

Нэг огтлол дахь залгасан арматурын харьцангуй тоог тодорхойлоход залгаж буй арматурын дагуу $1,3l_1$ урттай элементийн хэсгийг тооцооны нэг огтлол гэж авч үзнэ.

Хэрэв эдгээр залгааснуудын төв нь энэхүү хэсгийн уртын хязгаар дотор байвал арматурын залгааснуудыг тооцооны нэг огтлолд байрласан гэж үзнэ.

Элементийн тооцооны нэг огтлол дахь суналтын ажлын залгасан арматурын харьцангуй тоог, α_2 илтгэлцүүрийн утгыг 2,0-той тэнцүү авах замаар 100% хүртэл мөн түүнчлэн элементийн тооцооны нэг огтлол дахь шахалтын ажлын залгасан арматурын харьцангуй тоог, α_2 илтгэлцүүрийн утгыг 1,2-той тэнцүү авах замаар 100% хүртэл ихэсгэхийг зөвшөөрнө. Элементийн тооцооны нэг огтлол дахь иржгэр гадаргуутай залгасан арматурын харьцангуй тоо 50%-с их ба гөлгөр арматуртай үед 25%-иас их үед α_2 илтгэлцүүрийг шугаман интерполяциар тодорхойлно.

Шилбэнүүдийн төгсгөл дээр нэмэлт тээглүүр хийсэн (хөндлөн арматур ширээсэн, иржгэр гадаргуутай шилбэний уулзварын төгсгөлийг нугалсан гэх мэт) үед шилбэний уулзварын зөрүүлгийн уртыг багасгаж болох боловч 30%-с хэтрүүлэхгүй.

Ямар ч тохиолдолд зөрүүлгийн бодит уртыг $0,4 \cdot \alpha_2 \cdot l_{o,an}$, $20d_s$ ба 250 мм-ээс багагүй авах ёстой.

10.3.31 Арматурыг ширээж залгахад ширээсэн холболтын төрөл ба аргыг бүтээцийн ашиглалтын үеийн нөхцөл, гангийн ширээгдэх чанар болон мөрдөгдөж буй стандартын дагуу үйлдвэрлэх технологийн шаардлага зэргийг харгалзан сонгоно.

10.3.32 Арматурын залгаасыг бугуйвчан холбоос (муфт) хэлбэрийн механик тоноглол (эрээст бугуйвчан холбоос, хавчих бугуйвчан холбоос залгаас гэх мэт) хэрэглэж байгаа үед бугуйвчан холбоосон залгаасны даах чадвар нь залгах шилбэнийхтэй (тус тус суналт, шахалтын үед) адил байх ёстой. Залгаж байгаа

шилбэний төгсгөлийг тооцоо эсвэл туршилтаар тодорхойлсон шаардлагат уртын хэмжээгээр бугуйвчан холбоосонд оруулах хэрэгтэй.

Эрээст бугуйвчан холбоос (муфт) хэрэглэсэн үед эрээс ба бугуйвчан холбоосны хооронд гарсан завсарыг (люфт) арилгаж шаардлагатай хэмжээгээр чангалах хэрэгтэй.

Матсан шилбэ

10.3.33 Матсан арматур хэрэглэхэд (тахийлгах, шилбэний төгсгөлийг матах) тухайн шилбийг матах хамгийн бага голчийг арматурын шилбэний матаасны доторх бетоны эвдрэхгүй буюу цуурахгүй болон нугалсан хэсэгт эвдрэл гарахгүй байхаар авна.

Арматурын хамгийн бага засварлах голч (матаасны дотор голч, диаметр оправки) d_{on} -ийг шилбэний d_s голчоос хамааруулан дараах утгаас багагүйгээр авна.

Гөлгөр арматурт:

$$d_s < 20 \text{ мм үед } d_{on} = 2.5d_s ;$$

$$d_s \geq 20 \text{ мм үед } d_{on} = 4d_s .$$

Иржгэр гадаргуутай шилбэнд:

$$d_s < 20 \text{ мм үед } d_{on} = 5d_s ;$$

$$d_s \geq 20 \text{ мм үед } d_{on} = 8d_s .$$

Тодорхой төрлийн арматурт стандартаас хамаарч засварлах голчийг тогтооно.

10.4 Үндсэн төмөрбетон даацын бүтээцийн бүтээцлэл

10.4.1 Үндсэн даацын элементийг бүтээцлэхдээ бүтээцийн систем (багана, хана, адрын болон давхар дундын хучилтын хавтан, дамнуруу, суурийн хавтан)-ийг 10.2 ба 10.3-т заасан төмөрбетон бүтээцийн бүтээцлэлийн шаардлага болон энэхүү бүлэгт нийцүүлнэ.

10.4.2 Баганыг түүний хөндлөн огтлолын хүрээгээр байрлах дагуу арматураар, тооцоо ба бүтээцлэлийн онцлогоос шалтгаалсан тохиолдолд хөндлөн огтлолын дотор байрлах дагуу арматураар, баганын өндрийн дагууд хөндлөн арматураар хөндлөн огтлолын дотор болон хүрээгээр байрласан бүх дагуу арматурыг бүслэн боож арматурлана.

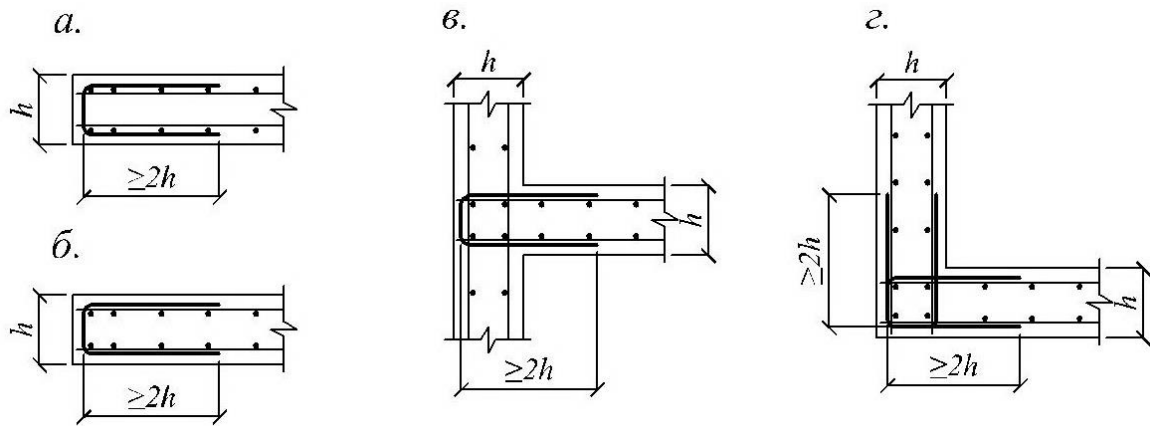
Хөндлөн огтлолын хязгаар дахь хөндлөн арматурын бүтээцлэл болон баганын өндрийн дагуух хом ба холбоос хоорондын хамгийн их зай нь шахалтын дагуу шилбэний цүлхийлтээс сэргийлэх болон баганын өндрийн дагууд хөндлөн хүчийг жигд хүлээн авахаар байна.

10.4.3 Ханыг түүний нүүр талуудад тэгш хэмтэй байрласан босоо ба хэвтээ арматураар, мөн эсрэг нүүр талуудын босоо ба хэвтээ арматурыг холбосон хөндлөн холбоосоор арматурлана.

Босоо болон хэвтээ шилбэнүүдийн хоорондох хамгийн их зай, мөн түүнчлэн хөндлөн холбооснуудын хоорондох хамгийн их зай нь босоо шахалтын шилбийг цүлхийхээс сэргийлэх болон хананд үйлчлэх хүчлэлийг жигд хүлээн авахаар байна.

10.4.4 Хананы хажуу төгсгөлийн шахалтын босоо шилбийг цүлхийхээс сэргийлж, хэвтээ шилбэний төгсгөл хэсгийн шаардагдах тээглүүрийг (анкеровка) хангах битүү хом эсвэл П хэлбэрийн (10.1б-р зураг) хөндлөн арматурыг хананы хажуу төгсгөл хэсэгт өндрийн дагууд тавина.

10.4.5 Ханануудын огтлолцол дээрх зангилааны уулзварт энэ залгаасаар хананы хэвтээ арматурыг нэвтрүүлэх боломжгүй бол хананы зангилааны уулзварт төвлөрөх хэвтээ хүчлэлийг хүлээн авах, мөн түүнчлэн зангилааны уулзвар дахь босоо шахалтын шилбийг цүлхийлтээс хамгаалах болон хэвтээ шилбэний төгсгөл хэсгийн тээглүүрийг хангахуйцаар хананы бүх өндрийн дагууд П хэлбэрийн огтлолцсон хомутуудаар арматурлана (10.1 в, г-р зураг).



- а- хавтангийн хажуу төгсгөлийн хэсэг;
 б- хананы хажуу төгсгөлийн хэсэг;
 в- Т хэлбэрийн уулзвар;
 г- булангийн уулзвар

10.1-р зураг. П хэлбэрийн бэхэлгээний нарийвч

10.4.6 Хана ба баганын завсрын геометр шинжийг агуулсан пилоны арматурлалыг түүний хөндлөн огтлолын урт ба өргөний харьцаанаас хамааруулан багана эсвэл хананы адилаар хийнэ.

10.4.7 Хананы босоо ба хэвтээ арматурын тоог хананд үйлчлэх хүчлэлийг харгалзан тогтооно. Ингэхдээ хананы хажуу төгсгөлийн ба нүхний хэсэгт арматурлалыг нэмж хананы талбайн дагууд жигд арматурлана.

10.4.8 Хавтгай хавтангийн арматурлалыг хавтангийн доод ба дээд талс гадаргад байрлах дагуу арматурыг хоёр чиглэлд, тооцоогоор гарсан тохиолдолд багана, хана, хавтангийн талбайгаар байрлах хөндлөн арматур хийнэ.

10.4.9 Хавтгай хавтангийн ирмэг дэх мушгих моментыг хүлээн авах болон дагуу арматурын төгсгөл хэсгийн шаардлагат тээглүүрийг (анкеровка) хангаж байхаар хавтангийн төгсгөлийн хэсгүүдэд хавтангийн ирмэгийн дагуу байрласан П хэлбэрийн хомут байдлаар хөндлөн арматурыг тавина (10.1 а-р зураг).

10.4.10 Хучилтын (адрин, давхар дундын) хавтангийн дээд, доод дагуу арматурын тоог үйлчлэх хүчлэлийг харгалзан тогтооно. Ингэхдээ ердийн бус бүтээцлэлийн системд арматурлалыг хялбарчлах зорилгоор дараах байдлаар хийхийг зөвшөөрнө. Үүнд:

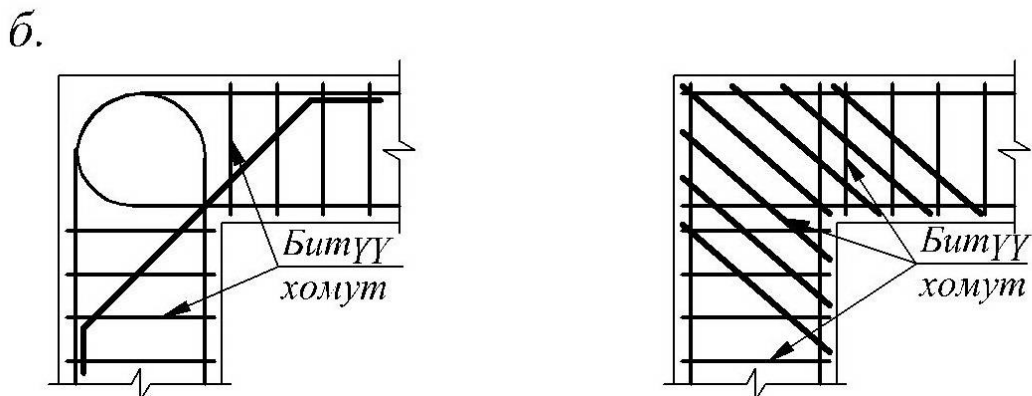
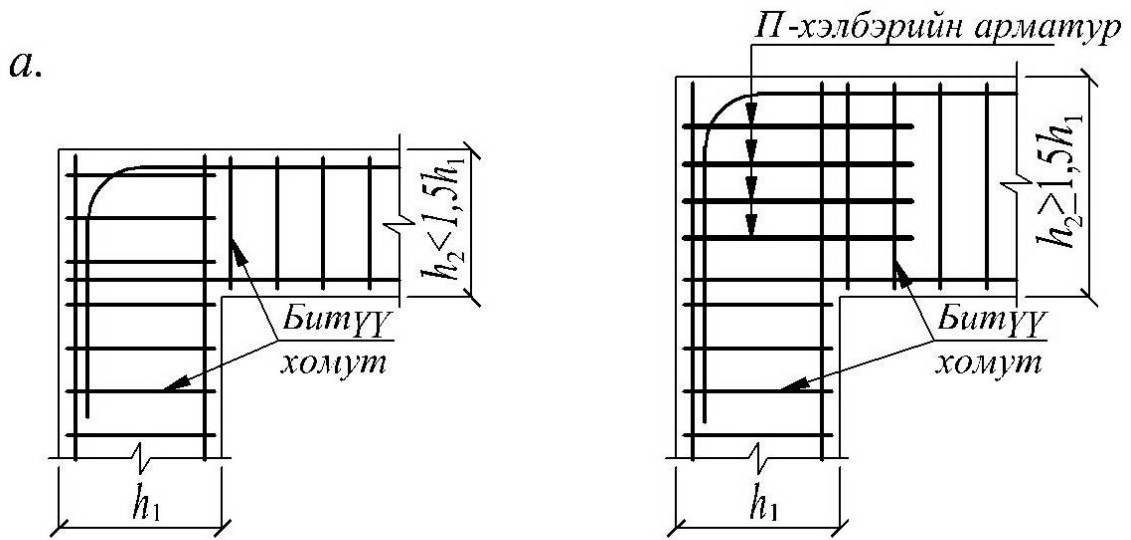
доод арматурыг хавтангийн алслал дахь хамгийн их хүчлэлийн утгаас хамааруулан авч уг бүтээцийн бүх талбайгаар ижил тавина;

үндсэн дээд арматурыг доод талынхтай адилаар авна, харин багана болон ханын ойролцоо нэмэлт дээд арматурыг тавих ба энэ нь үндсэн арматуртай нийлж хавтангийн тулгуурын хүчлэлийг хүлээн авна. Энгийн бүтээцлэлийн системийн хувьд баганын дээрх болон багана хоорондын зурвасын дагууд харилцан перпендикуляр хоёр чиглэлд эдгээр зурваст үйлчлэх хүчлэлд харгалзан дагуу арматурыг тавина.

Багана дээрх зурваст (далд дамнуруу) хавтангийн арматурын хэсгийг хоёр чиглэлд ширээсэн тасралтгүй хэлхээс байдлаар арматурлахыг зөвшөөрөх ба энэ үед хэлхээс нь баганын эх биеэр нэвт гарсан байна.

Арматурын зарцуулалтыг багасгахын тулд дээд доод арматурыг арматурлалын хамгийн бага хувьд тохируулан хавтангийн бүх талбайгаар тавина, харин үйлчлэх хүчлэл нь энэхүү арматурын хүлээн авах хүчлэлээс их байгаа хэсэгт нэмэлт арматурыг тавих ба энэ нь өмнө дурдсан арматурын хамт энэ хэсгийн хүчлэлийг хүлээн авна. Суурийн хавтангийн арматурлалыг ижил төстэй байдлаар хийнэ.

10.4.11 Дамнуруу баганын уулзвар зангилааны бүтээцлэлийг 10.2-р зурагт үзүүлснээр хийнэ. Ингэхдээ дамнурууны ажлын арматурын бэхэлгээний мужид битүү хомутын хэлбэрээр эсвэл П хэлбэрийн арматур байдлаар хөндлөн арматурыг тавих шаардлагатай.



а- дамнурууны дээд захад суналтын бүс байрлах үед,
 б- дамнурууны доод захад суналтын бүс байрлах үед.

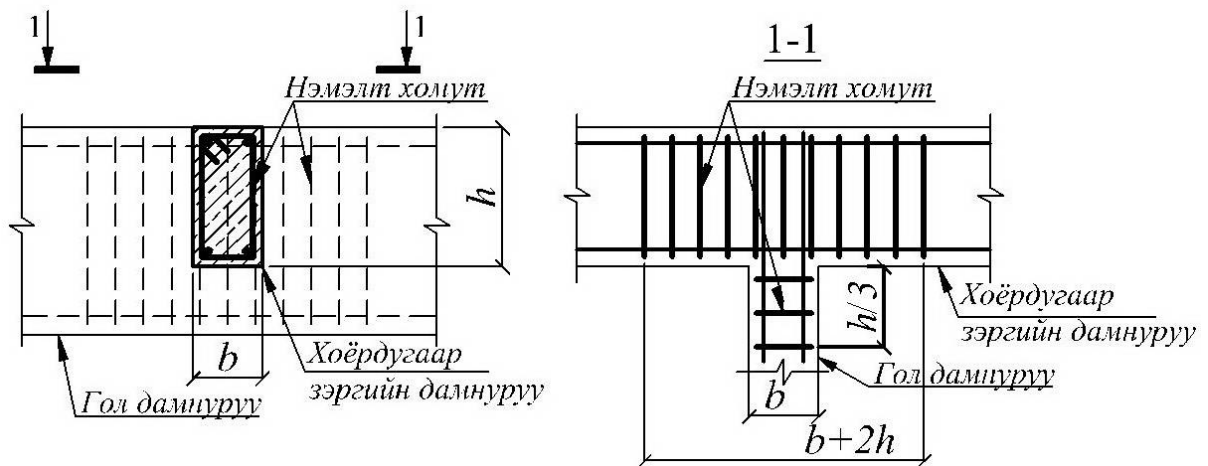
10.2-р зураг. Дамнуруу баганын уулзвар зангилаа

10.4.12 Дамнуруунуудын огтлолцлын зангилаанд (10.3-р зураг) хоёрдугаар зэргийн дамнурууны реакцийг хүлээн авахад зориулж нэмэлт хөндлөн арматурыг тавина.

Гол дамнуруунд энэ арматурыг $b + 2h$ уртад, харин хоёрдугаар зэргийн дамнуруунд $h/3$ урттай хэсэгт тавина.

Энд: b , h - хоёрдугаар зэргийн дамнурууны өргөн ба өндөр.

Налуу эсвэл орон зайн огтлолын тооцоогоор шаардагдах арматур дээр нэмэлтээр дагуу арматурыг ороосон хомут хэлбэрийн арматурыг тавина.



10.3-р зураг. Хоёр дамнурууны огтлолцол дахь тулгуурын арматурын байрлал

10.4.13 Дамнуруун гулзайлтын бүтээцийн огтлолын өндөр 700 мм-ээс их үед бүтээцлэлийн дагуу шилбийг хажуу гадаргаар тавих ба түүний хөндлөн огтлолын талбай нь өндрөөрөө эдгээр шилбэний хоорондох зайтай тэнцүү, өргөнөөрөө элементийн хавирганы өргөний хагастай тэнцүү ба 200 мм-ээс ихгүй хэмжээтэй байх бетон огтлолын талбайн 0,1%-иас багагүй, тэдгээрийн хоорондох зай нь өндрийн дагуудаа 400 мм-ээс ихгүй байна.

10.4.14 Хавтгай суурийн хавтан ба хучилтын хавтангийн огтлолын өндөр 1000 мм ба түүнээс их үед бүтээцлэлийн дагуу арматурлалыг шилбэн арматуртай тор байдлаар хийнэ. Түүний огтлолын талбай нь хавтангийн байгуулалтын хэмжээнд харгалзах өндрийн дагуух торнуудын хоорондын зайтай тэнцүүгээр авсан бетоны хөндлөн огтлолын талбайн 0,05%-иас багагүй байна.

Бүтээцлэлийн арматурлалын торны алхмыг өндрийн дагууд 800 мм-ээс ихгүй ба хавтангийн зузааны 1/2-ээс ихгүй байхаар авна.

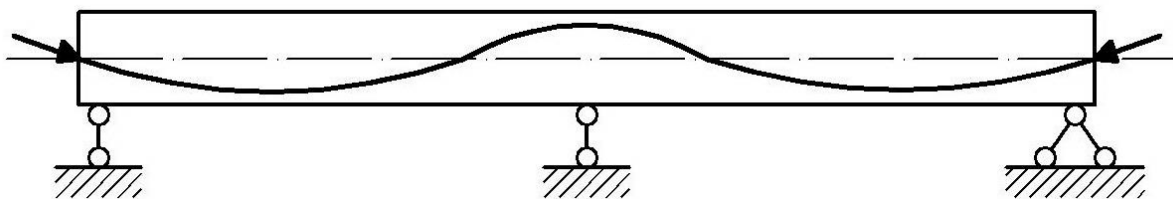
Ийм бүтээцэд ажлын арматурын шилбэнүүдийн хоорондох цэвэр зайг огтлолын өргөний дагууд бетоны дүүргэгчийн хэмжээгээр тодорхойлно, гэхдээ $2,5d$ –ээс багагүй байна. Энд: d - ажлын арматурын голч.

Ийм хавтангийн периметрийн дагуу болон чөлөөтэй ирмэгт хөндлөн арматурыг П хэлбэрийн бэхэлгээний нарийвч байдлаар хийж өгөх бөгөөд энэ нь хавтангийн ирмэг дэх мушгих моментыг хүлээн авах ба дагуу арматурын төгсгөл хэсгийн шаардлагат бэхэлгээг (анкеровка) хангана.

Мөнхүү хавтангийн сараалжин хэлхээсийн хөндлөн арматурын голчийг 8 мм-ээс багагүйгээр авна. Ширээсэн хэлхээс дэх хөндлөн арматурын голчийг хамгийн том голчтой дагуу арматуртай ширээх нөхцөлөөр тогтоосон голчоос багагүйгээр авна.

Ийм хавтангийн цөмрөлтийн муж дахь хөндлөн арматурын бүтээцлэлийг 10.3.17-д зааснаар хийхдээ цөмрөлтийн муж дахь хөндлөн арматурын алхмыг тооцооны хүрээний талд перпендикуляр чиглэлд $1/3h_0$ ба 500 мм-ээс ихгүй байхаар тогтооно.

10.4.15 Бетонтой барьцалдалтгүй урьдчилан хүчитгэсэн арматурыг ашиглалтын үе шатанд гулзайлтын элементийн тулгуурын болон алслалын моментыг үр ашигтайгаар хүлээн авахаар бүтээцлэнэ. Үүний тулд арматурыг тулгуур дээр болон алслалд парабол хэлбэрийн долгионтуулан тавина (10.4-р зураг).



10.4-р зураг. Тасралтгүй бүтээцэд өндрийн дагуу хүчитгэсэн арматурыг байрлуулах бүдүүвч

11. Бетон, төмөрбетон бүтээцийг бэлтгэх, барих ба ашиглахад тавих шаардлага

11.1 Бетон

11.1.1 Бетон хольцын найрлагыг зураг төсөлд тусгасан болон 6-р бүлэгт заасан бүтээцийн бетоны техникийн үзүүлэлтийг хангаж байхаар сонгоно.

Бүтээцийн зориулалт ба тухайн бетоны төрлийг тодорхойлогч үзүүлэлтийг үндэслэн бетоны найрлагыг сонгоно. Ингэхдээ зураг төсөлд тусгасан бетоны чанарын бусад үзүүлэлтүүдийг мөн хангах хэрэгтэй.

Бетоны шаардагдах бат бэхээр нь бетоны найрлагыг сонгох болон төсөллөхдөө MNS 1228:1987, MNS GOST 27006:2010-г мөрдлөг болгоно.

Бетоны найрлагыг сонгохдоо бетон хольцын чанарын шаардагдах техникийн үзүүлэлтүүд (хэвлэгдэх чанар (удобоукладываемость), чанараа хадгах чадвар

(сохраняемость), үетэж өрөмтөхгүй байдал (нерасслаиваемость), агаар агууламж ба бусад үзүүлэлтүүд)-ийг хангах хэрэгтэй.

Бетоны сонгосон найрлагын шинж чанар нь бетоны бэхжилтийн хугацаа ба нөхцөл, бетон хольцыг бэлтгэх ба тээвэрлэх горим, арга зэрэг технологийн үйл ажиллагааны онцлогууд (MNS 1170:2009) бүхий бетоны ажлын үйлдвэрлэлийн технологид тохирсон байх ёстой.

Бетоныг бэлтгэхэд хэрэглэдэг барьцалдуулагч, дүүргэгч, ус ба идэвхт нэмэлт (модификатор) (MNS 0346:2000, MNS 2916:2014, MNS ISO 12439:2012, MNS ASTM C 494:2011, MNS 3091:2008) зэрэг материалын шинж чанарт үндэслэн бетоны найрлагыг тогтооно.

Бетоны найрлагыг сонгохдоо экологийн цэвэр байдал (цацраг идэвхит бодис, радон, хорт бодис г.м-ийн агууламжийн хязгаар)-ыг бодолцож материалыг хэрэглэнэ.

Бетоны найрлагыг сонгох тооцоог туршилтаар гарган авч тогтоосон хамаарлыг үндэслэн хийнэ.

11.1.2 Бетоныг бэлтгэхдээ бетон хольцын найрлагад орох материалуудын тугнах шаардлагат нарийвчлал ба тэдгээрийг холих дарааллыг (БНБД 52-02-05) баримтална.

Хольцын нийт эзлэхүүнээр бүрэлдэхүүн хэсгүүд жигд тархсан байхаар бетон хольцыг хутгах хэрэгтэй. Хутгалтын үргэлжлэх хугацааг бетон холигч төхөөрөмж (үйлдвэр)-ийг үйлдвэрлэгчийн зааврыг харгалзан эсвэл туршилтын замаар тогтооно.

11.1.3 Хольц шинж чанараа хадгалах, үелэхгүй байх, мөн түүнчлэн гаднын материал орж бохирдохгүй байх нөхцөлийг хангахуйц арга, хэрэгслээр бетон хольцыг тээвэрлэнэ. Шаардлагат чанарын бусад бүх үзүүлэлтийг хангасан нөхцөлд бетоныг цутгах үед химийн нэмэлт нэмж эсвэл технологийн арга хэрэглэн чанарын зарим нэг үзүүлэлтийг сэргээхийг зөвшөөрнө.

11.1.4 Бетоныг цутгах ба нягтруулах ажлыг, бүтээцийн бетоны нэгэн төрлийн байдал ба нягт нь тухайн барилгын бүтээцэд тавигдах шаардлага (БНБД 52-02-05)-д баталгаатай нийцэх хэмжээнд хүргэхүйц аргаар гүйцэтгэнэ.

Хэрэглэж буй цутгах арга ба горим нь бетоны өгөгдсөн нягт ба нэгэн төрлийн байдлыг хангаж байвал зохих бөгөөд бетон хольцын чанарын үзүүлэлт, бүтээц эдлэлийн төрөл, үйлдвэрлэлийн ба инженер-геологийн тодорхой нөхцөлийг харгалзан үзэж тогтооно.

Барилга барих арга, түүний бүтээцлэлийн онцлогийг бодолцон бетоны ажлын завсарлагааны заадлын байрлалыг тогтоосны үндсэн дээр бетон цутгах дарааллыг тогтооно. Энэ үед бетон цутгалтын заадалд бетоны нийлэх гадаргуугийн шаардлагат бат бэх, түүнчлэн заадалтай бүтээцийн бат бэхийг хангавал зохино.

Бетон хольцыг хасах, үлэмж доошилсон нэмэх температур (өвлийн нөхцөл) эсвэл хэт өндөр нэмэх температур (халуун нөхцөл)-т цутгах үед бүтээцийн бетоныг температурын үйлчлэлээс хамгаалах тусгай арга хэмжээг авах хэрэгтэй.

11.1.5 Хурдасгах технологийн нөлөөлөл (ердийн эсвэл өндөр даралтад дулаан-чийгийн боловсруулалтын тусламжтай)-тэй эсвэл нөлөөлөлгүйгээр бетоныг бэхжүүлнэ.

Бетоныг бэхжих явцад тооцооны температур-чийгийн горимыг мөрдөж байвал зохино. Бетоны бат бэх өсөх ба агшилт үүсэхийг багасгах нөхцөлийг бий болгох шаардлагатай үед хамгаалалтын тусгай арга хэмжээг авна. Бүтээц эдлэлийн дулааны боловсруулалтын технологийн үйл явцад температурын зөрөөг болон хэв ба бетон хоорондын харилцан шилжилтийг багасгах арга хэмжээг авах хэрэгтэй.

Овортой цул (массив) цутгамал бүтээцэд бетоны бэхжилтийн үеийн дулааны үзэгдэлтэй холбоотой үүсэх хүчдэлийн температур-чийгийн талбарын бүтээцийн ажилд нөлөөлөх нөлөөг багасгах арга хэмжээг авна.

11.2 Арматур

11.2.1 Бүтээцийн арматурлалд хэрэглэх арматур нь зураг төслийн болон холбогдох стандартын шаардлагыг хангасан байна. Арматур нь түүний чанарыг батлах гэрчилгээ ба тэмдэглэгээтэй байх ёстой.

Арматурыг хадгалах ба тээвэрлэх нөхцөл нь арматур ба бетоны барьцалдалтыг муутгахад хүргэх бохирдол, коррози, механик эвдрэл эсвэл налархай хэв гажилт үүсэхгүй байх боломжийг хангасан байна.

11.2.2 Боосон арматурыг хэв хашмалд зураг төслийн дагуу байрлуулна. Ингэхдээ арматурыг байрлуулах ба бүтээцийн бетон цутгах явцад арматур шилжиж хөдлөх боломжгүй байлгах арга хэмжээ авч найдвартай байрлуулна.

11.2.3 Арматурыг байрлуулах үед түүний төслийн байрлалын зөрөө нь БНБД 52-02-05 -д заасан зөвшөөрөгдөх утгаас хэтрэх ёсгүй.

11.2.4 Ширээсэн арматуран эдлэл (тор, хэлхээс)-ийг ширээсэн холболтын шаардагдах бат бэхийг хангахуйц, мөн холбосон арматуран элементийн бат бэх буурахгүй байх нөхцөлийг хангахуйцаар (MNS 3073:2001) цэгэн ширээлт эсвэл бусад аргын тусламжтайгаар бэлтгэнэ.

Ширээсэн арматуран эдлэлийг хэв хашмалд зураг төслийн дагуу байрлуулна. Ингэхдээ арматуран эдлэлийг байрлуулах ба бүтээцийн бетон цутгах явцад арматур шилжин хөдлөх боломжгүй байлгах арга хэмжээг авч найдвартай байрлуулна.

Арматуран эдлэлийг байрлуулах үед түүний төслийн байрлалын зөрөө нь БНБД 52-02-05 -д заасан зөвшөөрөгдөх утгаас хэтрэх ёсгүй.

11.2.5 Арматурын шилбийг матахдаа мурийлтын радиусын шаардлагат утгыг хангахаар тусгай багажийг хэрэглэнэ.

11.2.6 Арматурын ширээсэн залгааг авалцах (контактын), нуман эсвэл онгоцон ширээлтээр хийнэ. Хэрэглэж буй ширээлтийн арга нь ширээсэн холболтын шаардлагат бат бэх, түүнчлэн арматурын шилбэний ширээсэн холболтод нийлж байгаа хэсгийн бат бэх ба хэв гажилтыг хангах ёстой.

11.2.7 Арматурын механик залгаас (стык)-ыг шахагч болон эрээст бугуйвчан холбоос (муфт)-оор хийнэ. Суналтын арматурын механик залгаасын бат бэх нь залгаж буй арматуран шилбэнийхтэй ижил байна.

11.2.8 Арматурыг тулгуурт эсвэл бэхэжсэн бетонд тулж хөвчилж татах үед зураг төслөөр тогтоосон урьдчилсан хүчдэлийн хяналтын утгыг норматив баримт бичигт заасан хүлцлийн зөвшөөрөгдөх утгын хязгаарт хангавал зохино.

Арматурын таталтыг чөлөөлөх үед урьдчилсан хүчдэлийг бетонд аажмаар дамжуулах нөхцөлийг хангана.

11.2.9 Арматурын механик залгаасыг бүтээцлэх болон бэлтгэх, түүнчлэн арматурын механик залгаастай төмөрбетон бүтээцийг төсөллөх ба бүтээцлэх ажлыг Хавсралт К-ын дагуу гүйцэтгэнэ.

11.3 Хэв хашмал

11.3.1 Хэв хашмал нь дараах үндсэн үүргийг гүйцэтгэнэ. Үүнд:

- бетоныг бүтээцийн төслийн хэлбэрт оруулах;
- бетоны гаднах гадаргуугийн шаардлагат үзэмжийг хангах;
- хэв хашмалгүй байх үеийн бат бэхийг автал бүтээцийг барьж байх;
- шаардлагатай үед арматурыг хөвчилж татахад тулгуур болох.

Бүтээцийг бэлтгэхдээ зөөврийн угсармал ба тусгай, шилжүүлдэг (босоо чигт шилжих) ба хөдөлгөөнт (хэвтээ чигт шилжих) хэв хашмалыг ашиглана (MNS 3852:1985).

Хэв хашмал ба түүний бэхэлгээг үйлдвэрлэлийн явцад үүсэх ачааллыг хүлээн авч чадахуйц, бүтээц чөлөөтэй хэлбэржих боломжийг хангахуйц, түүнчлэн хүлцэл нь тухайн бүтээц буюу байгууламжийн хувьд тогтоосон хязгаарт байгаа эсэхийг ажиглаж болохуйцаар төсөллөж, бэлтгэнэ.

Хэв хашмал ба бэхэлгээ нь сонгож авсан аргаар бетон хольцыг цутгах ба нягтруулахад тохиромжтой, урьдчилан хүчитгэх, бетоны бэхжих ба дулааны боловсруулалт хийх нөхцөлийг хангасан байвал зохино.

Задалж буулгадаг хэв хашмалыг бүтээцийн бетоныг гэмтээхгүйгээр салгах боломжтой байхаар төсөллөж, бэлтгэнэ.

Бетон хэв задлах үеийн бат бэхээ авсны дараа бүтээцээс хэв хашмалыг салгаж буулгана.

Салдаггүй хэв хашмалыг бүтээцийн бүрэлдэхүүн хэсэг болгон төсөллөнө.

11.4. Бетон ба төмөрбетон бүтээц

11.4.1 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийг бэлтгэх ажил нь 11.1, 11.2 ба 11.3-т заасан хэв хашмал, арматур, бетоны ажлаас бүрдэнэ.

Бэлэн болсон бүтээц нь зураг төсөл болон MNS 2228:2019-тай нийцсэн байна. Геометр хэмжээний зөрөө нь тухайн бүтээцийн хувьд тогтоосон хүлцэх хязгаарт байх ёстой.

11.4.2 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийг ашиглаж эхлэх үеийн бетоны бодит бат бэх нь зураг төсөлд заасан бетоны шаардлагат бат бэхээс багагүй байна.

Угсармал бетон ба төмөрбетон бүтээц нь зураг төсөлд заасан бетоны нийлүүлэлтийн бат бэх (бүтээцийг хэрэглэгчид илгээх үеийн бетоны бат бэх)-ийг, харин урьдчилан хүчитгэсэн бүтээцийн хувьд төсөлд заасан дамжуулах бат бэх (арматурын таталтыг чөлөөлөх үеийн бетоны бат бэх)-ийг хангаж байвал зохино.

Цутгамал бүтээцийн бетон нь зураг төсөлд заасан хугацаанд хэв салгах үеийн бат бэхдээ (даацын хэвийг авах үеийн) хүрсэн байвал зохино.

11.4.3 Бүтээцийг зураг төсөлд заасан тусгай төхөөргөөр (угсралтын гогцоо ба бусад хэрэгсэл) өргөнө. Өргөх үед бүтээц эвдрэхгүй, тогтвор алдахгүй, онхолдохгүй, савлахгүй, эргэлдэхгүй байх нөхцөлийг бүрдүүлнэ.

11.4.4 Бүтээцийг тээвэрлэх, хураах, хадгалах нөхцөл нь зураг төсөлд тусгагдсан нөхцөлийг хангасан байна. Энэ үед бүтээцийн бүрэн бүтэн байдал, бетоны гадаргуу, арматурын гаргалгаа болон угсралтын гогцоог гэмтээхгүй байх нөхцөлийг хангах хэрэгтэй.

11.4.5 Угсармал элементтэй барилга байгууламжийн угсралтын ажлыг ажил гүйцэтгэх төслийн дагуу хийнэ. Ажил гүйцэтгэх төсөлд бүтээцийг байрлуулах дараалал болон угсралтын ажлын нарийвчлал, бүтээцийг томсгон угсрах ба төслийн байрлалд байрлуулах үеийн орон зайн үл өөрчлөгдөх байдал, угсралтын үеийн бүтээцийн болон барилга байгууламжийн хэсгийн тогтворшил, ажлын аюулгүй нөхцөлийг хангах арга хэмжээнүүдийг тусгасан байна.

Цутгамал бетон барилга байгууламжийг барихдаа бүтээцийн бетоны ажил, хэв хашмалыг буулгах ба шилжүүлэх дарааллыг баримтална. Эдгээр дараалал нь барилгын ажлын явцад бүтээцийн бат бэх, ан цав тэсвэрлэлт болон хөшүүншилийг хангахуйц байна. Түүнээс гадна технологийн ан цав үүсэх ба нэмэгдэх явцыг хязгаарлах арга хэмжээ (бүтээцлэлийн ба технологийн, харин шаардлагатай бол тооцоо хийнэ)-г авна.

Бүтээцийн төслийн байрлалаасаа зөрөх хэмжээ нь барилга байгууламжийн тухайн бүтээц (багана, дамнуруу, хавтан)-д тогтоосон зөвшөөрөгдөх утга (БНБД 52-02-05)-с хэтрэхгүй байна.

11.4.6 Барилга байгууламжийн ашиглалтын тогтоосон хугацааны туршид түүний бүтээцийг зураг төсөлд тусгагдсан өөрийн үүрэг зориулалтаа бүрэн гүйцэтгэхээр байлгана. Ашиглалтын хэвийн нөхцөлийг ноцтой зөрчсөний уршгаар (бүтээцийг хэт ачаалах, төлөвлөгөөт-урьдчилан сэргийлэх засвар үйлчилгээ хийх хугацааг мөрдөхгүй байх, идэмхий орчныг ихэсгэх г.м) даацын чадвар, ашиглалтад тохирох байдал болон удаан эдлэгдэх чанар буурах нөхцөлийг үүсгэхгүйн тулд барилга байгууламжийн бетон ба төмөрбетон бүтээцийн ашиглалтын горимыг чанд мөрдөх шаардлагатай. Хэрвээ ашиглалтын явцад бүтээцийн аюулгүй байдлыг бууруулах, мөн үүргээ хэвийн гүйцэтгэхэд саад болох гэмтэл илэрвэл 12-р бүлэгт тусгасан арга хэмжээг хэрэгжүүлнэ.

11.5 Чанарын хяналт

11.5.1 Бүтээцийн чанарын хяналтаар бүтээцийг бэлтгэх, угсрах болон ашиглалтын үед түүний техникийн үзүүлэлтүүд (геометр хэмжээ, бетон ба арматурын бат бэхийн үзүүлэлтүүд, бүтээцийн бат бэх, ан цав тэсвэршил, хэв гажих байдал), түүнчлэн үйлдвэрлэлийн технологийн горимын үзүүлэлтүүд нь зураг төсөл

болон БНБД 12-01-09, MNS 2228:2019-д (норм, стандартад) заасан үзүүлэлтүүдтэй тохирч байгаа эсэхийг тогтооно.

Чанарын хяналтын аргыг (хяналтын дүрэм, туршилтын арга) холбогдох стандарт болон техникийн нөхцөлд нийцүүлэн тогтооно.

11.5.2 Бетон, төмөрбетон бүтээцэд тавих шаардлагуудыг хангахын тулд бүтээгдэхүүний хяналтыг эхлэлийн, үйл явцын, хүлээн авах үеийн, ашиглалтын үеийн хяналтуудаас бүрдсэн байдлаар хийнэ.

11.5.3 Бетоны бат бэхийн хяналтыг туршилтын үр дүнгээр буюу MNS 1272:1999, MNS ASTM C 31:2004-ын дагуу тусгайлан бэлдсэн эсвэл бүтээцээс авсан хяналтын сорьцыг туршиж, үгүй бол MNS 4114:1991, MNS 5581:2005-ын дагуу хяналтын үл эвдэх аргаар хийнэ.

Цутгамал бүтээцийн хувьд үл эвдэх аргаар бетоны бат бэхийг тасралтгүй хянах ба ингэхдээ тохируулгын (градуировочный график) хамаарлыг зайлшгүй байгуулна. Онцгой тохиолдолд (бүтээцэд хүрэх боломжгүй үед) тухайн бетон хольцоор газар дээр нь бэлтгэж, бүтээцийн бетоны бэхжилтийн нөхцөлтэй ижил нөхцөлд бэхжүүлсэн хяналтын сорьцыг туршиж цутгамал бетоны бат бэхийн хяналтыг хийхийг зөвшөөрнө.

Бетоны бат бэхийн бодит нэгэн төрлийг бодолцон MNS 1920:1999-ын дагуу статистик аргаар бетоны бат бэхийг үнэлнэ. Үл эвдэх аргаар бетоны бат бэхийн хяналтыг хийхэд бетоны бат бэхийг тодорхойлоход хэрэглэж буй үл эвдэх аргын алдааг бодолцон бетоны бат бэхийн нэгэн төрлийг тодорхойлно.

Бетоны бат бэхийг хянах статистикийн бус аргыг дараах тохиолдлуудад хэрэглэхийг зөвшөөрнө. Үүнд: ганц нэг бүтээцэд болон үйлдвэрлэлийн эхний үе шатанд эсвэл бетоны бат бэхийг тодорхойлоход хамаарлын график байгуулаагүй үл эвдэх аргыг хэрэглэхдээ ерөнхий хамаарлыг хянаж буй хэсгийн бетонд тохируулан ашигласан тохиолдолд, мөн түүнчлэн онцгой тохиолдолд барилгын талбайд MNS 1920:1999-ын дагуу бэлтгэсэн хяналтын сорьцоор цутгамал бүтээцийн бетоны бат бэхийг хянаж байгаа үед.

11.5.4 Бетоны хүйтэн тэсвэршил, ус үл нэвтрүүлэх чанар ба нягтыг MNS 1918:1985, MNS 3996:1987, MNS ASTM C 138:2005, MNS 2122:1985, MNS 1521:2016-ын дагуу хянана.

11.5.5 Арматурын чанарын үзүүлэлтүүдийн хяналт (эхлэлийн хяналт)-ыг арматурын стандартуудын шаардлагуудад нийцүүлэн гүйцэтгэнэ.

Ширээлтийн ажлын чанарын хяналтыг БНБД 52-02-05, MNS 3073:2001, MNS GOST 23858:2010-ын дагуу хийнэ.

11.5.6 Угсармал бүтээцийн бат бэх, ан цав тэсвэршил, хэв гажих байдлын (ашиглалтад нийцэх) тохирох байдлыг MNS 2370-ын дагуу бүтээцийг хяналтын ачааллаар түүвэрлэн ачаалж эсвэл нэг төрлийн бүтээцийн хэсгээс сонгон авсан угсармал нэг эдлэхүүнийг эвдэртэл ачаалан туршиж үнэлнэ. Бүтээцийн тохирох байдлыг иж бүрэн нэгдсэн үзүүлэлт (угсармал ба цутгамал бүтээцийн хувьд)-ийн хяналтын үр дүнд үндэслэн үнэлж болно. Энэхүү нэгдсэн үзүүлэлтэд эхлэлийн, үйл явцын ба хүлээн авах үеийн хяналтын явцад гарган авсан бетоны бат бэхийн үзүүлэлтүүд, хамгаалалтын үеийн зузаан, огтлолын ба бүтээцийн геометр хэмжээс, арматурын байрлал болон ширээсэн холболтын бат бэх, арматурын голч ба механик шинж чанар, арматуран эдлэлийн үндсэн хэмжээс болон арматурыг сунгаж татсан утга хамаарна.

11.5.7 Бетон ба төмөрбетон бүтээцийг барьсны дараа тухайн бүтээц нь зураг төсөлтэй тохирч байгааг тогтоосноор хүлээж авна (БНБД 52-02-05).

Угсармал бетон, төмөрбетон эдлэл ба бүтээцийг БНБД 52-03-05 ба БНБД 52-02-05 заасны дагуу хүлээн авна.

12. Төмөрбетон бүтээцийг сэргээн засах ба хүчитгэхэд тавих шаардлага

12.1 Нийтлэг үндэслэл

Төмөрбетон бүтээцийн сэргээн засах ба хүчитгэх ажлыг тэдгээрийн биет судалгааны үр дүн, магадлах тооцоо, хүчитгэж буй бүтээцийн тооцоо ба бүтээцлэлийг үндэслэн хийнэ.

12.2 Бүтээцийн биет судалгаа

Тавьсан зорилтоос хамааруулан биет судалгаагаар дараах зүйлсийг тогтооно. Үүнд: бүтээцийн төлөв байдал, бүтээцийн геометр хэмжээс, бүтээцийн арматурлал, бетоны бат бэх, арматурын төрөл, анги ба төлөв байдал, бүтээцийн хотойлт, ан цав нээгдэлтийн өргөн, урт, байрлал, гэмтэл согог ба эвдрэлийн хэмжээ ба шинж, ачаалал, бүтээцийн статик бүдүүвч.

12.3 Бүтээцийн магадлах тооцоо

12.3.1 Ашиглагдаж буй бүтээцийн магадлах тооцоог түүнд үйлчлэх ачаалал, ашиглалтын нөхцөл ба эзлэхүүн төлөвлөлтийн шийдэл өөрчлөгдсөн үед, түүнчлэн бүтээцэд ноцтой согог ба эвдрэл илэрсэн үед хийнэ.

Магадлах тооцоог үндэслэн бүтээцийн ашиглалтад тохирох байдал, түүнийг хүчитгэх шаардлага, ашиглалтын үеийн ачааллыг бууруулах шаардлага эсвэл бүтээц бүрэн тохирохгүй болсныг тогтооно.

12.3.2 Зураг төсөлд заасан материал, бүтээцийг бэлтгэх ба барих үеийн өгөгдлүүд, түүнчлэн биет судалгааны үр дүнд үндэслэн магадлах тооцоог гүйцэтгэх шаардлагатай.

Магадлах тооцоог гүйцэтгэхдээ тогтоосон бодит геометр хэмжээ, бодит холболт, бүтээц ба бүтээцийн элементүүдийн харилцан үйлчлэл, угсралтын үеийн алдааг бодолцон тооцооны бүдүүвчийг сонгоно.

12.3.3 Магадлах тооцоог даах чадвар, хэв гажилт ба ан цав тэсвэршилээр хийнэ. Хэрвээ ашиглагдаж буй бүтээцийн хамгийн их бодит ачаалалд шилжилт болон ан цав нээгдэлтийн өргөн нь зөвшөөрөгдөх утгаас хэтрэхгүй, харин боломжит ачааллаас элементийн огтлолд үүсэх хүчлэл нь бодит ачааллаас үүсэх хүчлэлээс хэтрэхгүй тохиолдолд ашиглалтад тохирох байдлын магадлах тооцоог хийхгүй байхыг зөвшөөрнө.

12.3.4 Бетоны шинж чанарын тооцооны утгыг зураг төсөлд заасан бетоны анги эсвэл бетоныг хяналтын үл эвдэх аргаар туршсан үр дүн эсвэл бүтээцээс авсан дээжийг туршиж гаргасан бетоны бодит дундаж бат бэхээр эквивалент бат бэхийг хангах, шилжүүлэх илтгэлцүүрийн тусламжтайгаар тодорхойлсон бетоны нөхцөлт ангиас хамааруулан 6.8-р хүснэгтээс авна.

12.3.5 Арматурын шинж чанарын тооцооны утгыг зураг төсөлд заасан арматурын анги, эсвэл оношилж буй бүтээцээс авсан арматурын сорьцын туршилтын үр дүнгээр гаргасан бодит дундаж бат бэх нь эквивалент бат бэхийг хангах, шилжүүлэх илтгэлцүүрийн тусламжтайгаар тодорхойлсон арматурын нөхцөлт ангиас хамааруулан 6.14 ба 6.15-р хүснэгтээс авна.

Зураг төслийн өгөгдөл байхгүй бөгөөд сорьц авах боломжгүй үед арматурын ангийг арматурын гадаргуугийн хэлбэрийн байдлаар тодорхойлохыг, харин тооцооны эсэргүүцлийг тухайн ангид харгалзах утгаас 20% доогуур авахыг зөвшөөрнө.

12.3.6 Магадлах тооцоог хийхдээ бүтээцийн биет үзлэгийн явцад илэрсэн дараах эвдрэл, гэмтэл согогийг бодолцох хэрэгтэй. Үүнд:

- бетоны бат бэхийн бууралт, орчны гэмтэл эсвэл эвдрэл;
- арматурын тасралт, арматурын корроз, арматурын бэхэлгээ (анкеровка)-ний ба бетоной барьцалдалтын алдагдал;
- ан цавын аюултай үүсэлт ба нээгдэлт;
- бүтээцийн элементүүд ба тэдгээрийн залгаасууд нь зураг төслөөс зөрөх.

12.3.7 Даах чадвар ба ашиглалтад тохирох байдлаараа магадлах тооцооны шаардлагыг хангаагүй бүтээцийг хүчитгэх эсвэл түүний ашиглалтын үеийн ачааллыг бууруулах хэрэгтэй.

Хэрэв бүтээцийн бодит хотойлт нь зөвшөөрөгдөх утгаас хэтэрсэн боловч хэвийн ашиглалтад саад болохооргүй, мөн түүнчлэн ан цавын бодит нээгдэлт нь зөвшөөрөгдөх утгаас хэтэрсэн боловч эвдрэх аюул үүсгэхээргүй бол ашиглалтад тохирох байдлаараа магадлах тооцооны шаардлагыг хангаагүй бүтээцийн хувьд хүчитгэх эсвэл ачааллыг бууруулах арга хэмжээ авахгүй байхыг зөвшөөрнө.

12.4 Төмөрбетон бүтээцийг хүчитгэх

12.4.1 Төмөрбетон бүтээцийг ган элемент, бетон ба төмөрбетон, арматур болон полимер материалыг ашиглан хүчитгэнэ.

12.4.2 Төмөрбетон бүтээцийг хүчитгэхдээ хүчитгэлийн элементийн болон хүчитгэж буй бүтээцийн аль алиных нь даах чадварыг бодолцоно. Үүний тулд хүчитгэлийн элементийг ажиллагаанд оролцуулах болон хүчитгэж буй бүтээцтэй хамтран ажиллах нөхцөлийг хангах хэрэгтэй. Ноцтой эвдэрсэн бүтээц (бетон огтлолын 50% болон түүнээс дээш хувь эсвэл ажлын арматурын огтлолын талбайн 50% болон түүнээс дээш хувь нь эвдэрсэн)-ийн хувьд хүчитгэлийн элементийг үйлчлэх бүрэн ачаалалд тооцох ба ингэхдээ хүчитгэж буй бүтээцийн даах чадварыг бодолцохгүй.

Зөвшөөрөгдсөнөөс хэтэрсэн нээгдэлтийн өргөнтэй ан цав болон бетоны бусад гэмтэл согогийг бөглөхдөө сэргээн засварлаж буй бүтээцийн хэсэг нь үндсэн бетонойгоо ижил бат бэхтэй байх нөхцөлийг хангана.

12.4.3 Хүчитгэлийн материалын шинж чанарын тооцооны утгыг мөрдөж буй норматив баримт бичгийн дагуу авна.

Хүчитгэж буй бүтээцийн материалын шинж чанарын тооцооны утгыг магадлах тооцоонд авсан дүрмийг баримталж, оношилгооны үр дүнг бодолцон зураг төслийн өгөгдлийг үндэслэн авна.

12.4.4 Хүчитгэж буй төмөрбетон бүтээцийн тооцоог хүчитгэлийн өмнөх бүтээцийн хүчдэлт-хэв гажсан төлөв байдлыг бодолцон төмөрбетон бүтээцийг тооцох ерөнхий дүрмээр хийнэ.

13. Төмөрбетон бүтээцийн цуцалтад тооцох

13.1 Хэрвээ бүтээцийн ашиглалтын тооцооны хугацааны туршид ачааллын давтагдах мөчлөгийн тоо нь 10^5 -с дээш бол төмөрбетон бүтээцийн цуцалтын тооцоог бетон болон суналтын арматурын хүчдэлийн ихээхэн өөрчлөлт үүсгэх олон дахин давтагдах (хөдөлгөөнт эсвэл лугших) ачааллын үйлчлэлд хийнэ.

Цуцалтын тооцооны үед бетон ба суналтын арматурын эсэргүүцлийг тус тусад нь шалгана. Шахалтын арматурыг цуцалтад тооцохгүй.

Цуцалтын тооцоог шахалтын бүсийн бетоны харимхай бус хэв гажилтыг бодолцон хөрвүүлсэн огтлолоор ан цавтай харимхай үе шатанд хийнэ. Шахалтын бүсийн бетоны харимхай бус хэв гажилтыг бетоны харимхайн модулийг бууруулан авч тооцох ба ингэхдээ арматурыг бетонд хөрвүүлэх илтгэлцүүрийг 13.1-р хүснэгтээр авна. Суналтын бетонд дараах нөхцөл биелж байвал суналтын бүсийн бетоны талбайг авч тооцно.

$$\sigma_{bt,max} \leq R_{bt} \cdot \gamma_{b6} \quad (13.1)$$

Энд: $\sigma_{bt,max}$ - суналтын бүсийн бетонд үүсэх хамгийн их босоо (нормаль) хүчдэл;

γ_{b6} - олон давтан үйлчлэх ачааллын үед бетоны бат бэх буурахыг бодолцсон бетоны ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр, 13.4-ийн дагуу тодорхойлно.

13.1-р хүснэгт

Бетон	Бетоны ангид харгалзах арматурыг бетонд хөрвүүлэх α илтгэлцүүр				
	B20	B25	B30	B35	B40 ба түүнээс дээш
Хүнд	22,5	20	15	12,5	10
Кварцын элстэй хөнгөн	42	36	30,5	28,5	26,5

13.2 Цуцалтын тооцоог гадаад хүчний ба урьдчилсан хавчилтын хүчлэл (урьдчилсан хүчитгэсэн бүтээцийн хувьд)-ийн үйлчлэлээс үүсэх шахалтын бетоны

хамгийн их босоо (нормаль) хүчдэл ба суналтын арматурын хамгийн их хүчдэл нь бетоны шахалтын үеийн цуцалтын хязгаар ба арматурын суналтын үеийн цуцалтын хязгаараас тус тус хэтрэхгүй байх нөхцөлөөр, босоо (нормаль) ба налуу огтлолоор хийнэ.

13.3 Элементийн дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлолын цуцалтын тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ. Үүнд:

а) шахалтын бетоны хувьд

$$\sigma_{b,max} \leq R_b \cdot \gamma_{b6} \quad (13.2)$$

б) суналтын арматурын хувьд

$$\sigma_{s,max} \leq R_s \cdot \gamma_{s1} \quad (13.3)$$

Энд: $\sigma_{b,max}$ – шахалтын бетоны хамгийн их босоо (нормаль) хүчдэл;

$\sigma_{s,max}$ – суналтын арматурын хамгийн их хүчдэл;

γ_{s1} – ачаалал олон давтан үйлчлэх үед арматурын бат бэх буурахыг бодолцох ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр, үүнийг 13.5-ын дагуу тодорхойлно.

Олон дахин давтан үйлчлэх ачааллын үед шахалтын бетон гэж тооцож буй бүсэд сунгах хүчдэл үүсэхээс зайлсхийх хэрэгтэй.

13.4 Бетоны ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр γ_{b6} -г мөчлөгийн тэгш бус хэмийн илтгэлцүүр ρ_b -с хамааруулан 13.2-р хүснэгтээс авна.

$$\rho_b = \frac{\sigma_{b,min}}{\sigma_{b,max}} \quad (13.4)$$

Энд: $\sigma_{b,min}$ ба $\sigma_{b,max}$ – ачааллын өөрчлөлтийн мөчлөгийн хязгаарт бетонд үүсэх хамгийн бага ба хамгийн их хүчдэл, 13.1-ийн дагуу тодорхойлно.

13.2-р хүснэгт

Бетон	Бетоны чийгшлийн байдал	Мөчлөгийн тэгш бус хэмийн илтгэлцүүр ρ_b -ийн утгуудад харгалзах бетоны ажлын нөхцөлийн суурь илтгэлцүүр γ_{b6}						
		0-0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Хүнд	Ердийн чийгшилтэй	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,00
	Усанд ханасан	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	1,00
Хөнгөн	Ердийн чийгшилтэй	0,60	0,70	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
	Усанд ханасан	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,00

13.5 Арматурын ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр γ_s -г тусгайлсан ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүрүүдийн үржвэр байдлаар тодорхойлно.

$$\gamma_s = \gamma_{s1} \cdot \gamma_{s2} \cdot \gamma_{s3} \quad (13.5)$$

Энд: γ_{s1} –арматурын анги, гадаргуу ба бэлтгэх технологийг бодолцох илтгэлцүүр, үүнийг 13.3-р хүснэгтээр тодорхойлно;

γ_{s2} – авч үзэж буй тооцооны огтлолын муж дахь арматурын ширээсэн залгаасны нөлөөг бодолцох илтгэлцүүр, үүнийг 13.4-р хүснэгтээр тодорхойлно;

γ_{s3} - авч үзэж буй тооцооны огтлолын муж дахь арматурын механик залгаасны нөлөөг бодолцох илтгэлцүүр, үүнийг дараах утгатай тэнцүүгээр авна.

$$\gamma_{s3} = 1 - \frac{1450}{R_{sn}} (1 - \rho_s) \geq 0,35 \quad (13.6)$$

Арматурын анги	Мөчлөгийн тэгш бус хэмийн илтгэлцүүр ρ_s -ийн утгуудад харгалзах шулуун шугаман арматурын ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр γ_{s1}										
	-1,0	-0,5	-0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,00
A240	0,5	0,63	0,74	0,84	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A400	0,28	0,34	0,41	0,46	0,53	0,62	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00
A500	0,22	0,28	0,33	0,37	0,43	0,50	0,75	0,90	1,00	1,00	1,00
A600	0,19	0,23	0,27	0,31	0,36	0,42	0,63	0,80	1,00	1,00	1,00
A800						0,31	0,47	0,63	0,80	1,00	1,00
A1000						0,25	0,38	0,52	0,73	0,95	1,00
B500				0,44	0,53	0,67	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00
Bp500				0,40	0,48	0,60	0,81	0,97	1,00	1,00	1,00
Bp1200, Bp1300							0,35	0,48	0,69	0,91	1,00
Bp1400, Bp1500							0,32	0,44	0,63	0,85	1,00
K1400... K1550							0,30	0,41	0,59	0,80	1,00
K1650...K1750							0,27	0,36	0,52	0,74	1,00
K1850, K1900							0,24	0,32	0,47	0,69	1,00

Тайлбар

1. $\rho_s = \frac{\sigma_{s,min}}{\sigma_{s,max}}$, энд: $\sigma_{s,min}$, $\sigma_{s,max}$ – ачааллын өөрчлөлтийн мөчлөгийн хязгаар дахь арматурын хамгийн бага ба хамгийн их хүчдэлүүд, эдгээрийг 13.3-ын дагуу тодорхойлно.

2. Хүнд бетоноор хийсэн, хүчитгээгүй арматуртай гулзайлтын элементийг тооцоход дагуу арматурын хувьд дараах утгуудыг авч, шахалтын бетонд харимхай бус хэв гажилтын хуримтлалаас арматурт үүсэх үлдэгдэл хүчдэлийг бодолцоно.

$$0 < \frac{M_{min}}{M_{max}} < 0,2 \quad \text{үед} \quad \rho_s = 0,30;$$

$$0,2 \leq \frac{M_{min}}{M_{max}} \leq 0,75 \quad \text{үед} \quad \rho_s = 0,15 + 0,8 \frac{M_{min}}{M_{max}};$$

$$\frac{M_{min}}{M_{max}} > 0,75 \quad \text{үед} \quad \rho_s = \frac{M_{min}}{M_{max}};$$

Энд: M_{min} , M_{max} – ачааллын өөрчлөлтийн мөчлөгийн хязгаарт элементийн тооцооны огтлолд үүсэх харгалзах хамгийн бага ба хамгийн их гулзайлгах момент.

Арматурын анги	Ширээсэн залгаасны бүлэг	Ачаалал олон дахин давтан үйлчлэхэд мөчлөгийн тэгш бус хэмийн илтгэлцүүр ρ_s -ийн утгуудад харгалзах арматурын ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр γ_{s2}						
		0	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0
A240	1	0,65	0,70	0,75	0,90	1,00	1,00	1,00
	2	0,25	0,30	0,35	0,50	0,65	0,85	1,00
	3	0,20	0,20	0,25	0,30	0,45	0,65	1,00
A400	1	0,60	0,65	0,65	0,70	0,75	0,85	1,00
	2	0,20	0,25	0,30	0,45	0,60	0,80	1,00

	3	0,15	0,20	0,20	0,30	0,40	0,60	1,00
A600	1			0,75	0,75	0,80	0,90	1,00
	2			0,35	0,40	0,50	0,70	1,00

Тайлбар

1. Энэ хүснэгтэд өгсөн ширээсэн залгаасны бүлгүүдэд MNS 3073:2001 дагуу цуцалтад тооцож буй бүтээцэд хэрэглэхийг зөвшөөрсөн дараах ширээсний төрлүүд орсон болно. Үүнд:

1-р бүлэг – хэрээсэн төрөл K1-Кт, тулгаж залгах төрөл С1-Ко, С5-Мф, С7-Рв, С8-Мф, С10-Рв-шилбэнүүдийн голчийн харьцаа 1,0-тэй тэнцүү байх бүх залгааснууд;

2-р бүлэг –тулган залгах С14-Мп, С15-Рс, С17-Мп, С19-Рм, С21-Рн;

3-р бүлэг –зөрүүлж залгах Н1-Рш, Н2-Кр; тавр хэлбэрийн Т1-Мф, Т2-Рф ба Т12-Рз.

2. Энэ хүснэгтэд 20 мм хүртэл голчтой арматурт тохирох γ_{s2} -ын утгыг өгсөн.

3. Илтгэлцүүр γ_{s2} -ийн утгыг 22-32 мм-ийн голчтой шилбэнд 5%-иар, 32 мм-ээс дээш голчтой шилбэнд 10%-иар бууруулж авна.

13.6 Элементийн дагуу тэнхлэгт налуу огтлолын цуцалтын тооцоог (13.7) томъёогоор, элементийн уртын дагууд хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвийн түвшинд үйлчлэх гол сунгах хүчдэлийн тэнцүү үйлчлэгчийг хөндлөн арматур бүхэлдээ хүлээн авна гэсэн нөхцөлөөр хийнэ. Уг хөндлөн арматурын хүчдэл нь тооцооны эсэргүүцэл R_{sw} -г 13.5-ын дагуу тодорхойлсон ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр γ_s -ээр үржүүлж авсантай тэнцүү байна.

$$\sigma_{s,max} \leq R_{sw} \cdot \gamma_s \quad (13.7)$$

Хөндлөн арматургүй элементийн хувьд дараах нөхцөл биелэх ёстой.

$$\sigma_{mt,max} \leq R_{bt} \cdot \gamma_{b6} \quad (13.8)$$

Энд: $\sigma_{mt,max}$ -бетоны гол сунгах хүчдэл;

γ_{b6} -мөчлөгийн тэгш бус хэмийн илтгэлцүүр ρ_b -с хамааруулан 13.2-р хүснэгтээс авах бетоны ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүр;

$$\rho_b = \frac{\sigma_{mt,min}}{\sigma_{mt,max}} \quad (13.8)$$

Энд: $\sigma_{mt,min}$, $\sigma_{mt,max}$ – ачааллын өөрчлөлтийн мөчлөгийн хязгаар дахь бетоны хамгийн бага ба хамгийн их гол сунгах хүчдэл, эдгээрийг хөрвүүлсэн бүрэн огтлолоор 13.1-ийн дагуу тодорхойлно.

13.7 Олон дахин давтагдах ачаалал үйлчлэх үед ан цав үүсэлтийн тооцоог дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$\sigma_{bt,max} \leq R_{bt,ser} \cdot \gamma_{b6} \quad (13.10)$$

Энд: $\sigma_{bt,max}$ – бетоны хамгийн их босоо (нормаль) сунгах хүчдэл, үүнийг 13.1-ийн дагуу хөрвүүлсэн бүрэн огтлолоор тодорхойлно.

Хүчитгэсэн арматурын механик залгаасны байрлалд ан цав үүсэхийг зөвшөөрөхгүй.

Хавсралт А Үндсэн үсгэн тэмдэглэгээ

Гадаад ачаалал ба үйлчлэлээс элементийн хөндлөн огтлолд үүсэх хүчлэл

M	-	гулзайлгах момент
M_p	-	урьдчилсан хавчилтын хүчлэлээс хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй үүсэх моментыг бодолцсон гулзайлгах момент
N	-	дагуу хүч
Q	-	хөндлөн хүч
T	-	мушгих момент

Материалын үзүүлэлт

$R_{b,n}$	-	бетоны тэнхлэгийн шахалтын үеийн нормын эсэргүүцэл;
$R_b, R_{b,ser}$	-	харгалзан нэг ба хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөв дэх бетоны тэнхлэгийн шахалтын тооцооны эсэргүүцэл;
$R_{bt,n}$	-	бетоны тэнхлэгийн суналтын нормын эсэргүүцэл;
$R_{bt}, R_{bt,ser}$	-	харгалзан нэг ба хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөв дэх бетоны тэнхлэгийн суналтын тооцооны эсэргүүцэл;
$R_{b,loc}$	-	бетоны холголтын /орчны шахалтын/ тооцооны эсэргүүцэл;
$R_{b,p}$	-	бетоны дамжигдах бат бэх;
R_{bond}	-	арматурын бетонтой барьцалдалтын тооцооны эсэргүүцэл;
$R_s, R_{s,ser}$	-	харгалзан нэг ба хоёрдугаар бүлгийн хязгаарын төлөв дэх арматурын суналтын тооцооны эсэргүүцэл;
R_{sw}	-	хөндлөн арматурын суналтын тооцооны эсэргүүцэл;
R_{sc}	-	нэгдүгээр бүлгийн хязгаарын төлөв дэх арматурын шахалтын тооцооны эсэргүүцэл;
E_b	-	шахалт ба суналтын үеийн бетоны харимхайн анхны модуль;
$E_{b,red}$	-	шахалтын бетоны хэв гажилтын хөрвүүлсэн модуль
E_s	-	арматурын харимхайн модуль;
$E_{s,red}$	-	ан цавтай элементийн суналтын бүсэд байрлах арматурын хэв гажилтын хөрвүүлсэн модуль;
$\epsilon_{b0}, \epsilon_{bt0}$	-	тэнхлэгийн дагуу жигд шахагдах ба сунах үеийн бетоны хязгаарын харьцаат хэв гажилт;
ϵ_{s0}	-	R_s хүчдэлтэй арматурын харьцаат хэв гажилт;
$\epsilon_{b,sh}$	-	бетоны агшилтын харьцаат хэв гажилт;
$\varphi_{b,cr}$	-	бетоны гулсалтын илтгэлцүүр;
α	-	арматурын E_s ба бетоны E_b харимхайн модулиудын харьцаа

Дагуу арматурын элементийн хөндлөн огтлол дахь байрлалын үзүүлэлт

S	-	дараах дагуу арматуруудад хэрэглэх тэмдэглэгээ. Үүнд: а) гадаад ачааллын үйлчлэлээр огтлолын шахалт ба суналтын бүс үүсэж байгаа үед - суналтын бүсэд байрласан арматур; б) гадаад ачааллын үйлчлэлээр огтлол нь бүрэн шахагдах үед – огтлолын бага шахагдаж буй талс гадаргад байрласан арматур; в) гадаад ачааллын үйлчлэлээр огтлол нь бүрэн суналтад
-----	---	--

байгаа үед:

- төвийн бус суналтын элементийн хувьд – огтлолын илүү их сунаж буй талс гадаргад байрласан арматур;

- төвийн суналтын элементийн хувьд – элементийн хөндлөн огтлол дахь бүх арматур;

S'	- дараах дагуу арматуруудад хэрэглэх тэмдэглэгээ. Үүнд: а) гадаад ачааллын үйлчлэлээр огтлолын шахалт ба суналтын бүс үүсэж байгаа үед - шахалтын бүсэд байрласан арматур; б) гадаад ачааны үйлчлэлээр огтлол нь бүрэн шахагдах үед – огтлолын илүү шахагдаж буй талс гадаргад байрласан арматур; в) төвийн бус суналтын элементийн огтлол нь гадаад ачааны үйлчлэлээр бүрэн суналтад байгаа үед – огтлолын бага сунаж буй талс гадаргад байрласан арматур;
------	--

Геометрийн үзүүлэлт

b	- тэгш өнцөгт огтлолын өргөн; тавр ба двутавр огтлолын хавирганы өргөн;
b_f, b'_f	- тавр ба двутавр огтлолын харгалзан суналт ба шахалтын бүс дэх тавцангийн өргөн;
h	- тэгш өнцөгт, тавр ба двутавр огтлолын өндөр;
h_f, h'_f	- тавр ба двутавр огтлолын харгалзан суналт ба шахалтын бүс дэх тавцангийн өндөр;
a, a'	- харгалзан S ба S' арматурын тэнцүү үйлчлэгч хүчлэлээс огтлолын ойр орших талс гадарга хүртэлх зай;
h_0, h'_0	- харгалзан $h - a$ ба $h - a'$ тэй тэнцүү огтлолын ажлын өндөр;
x	- бетоны шахалтын бүсийн өндөр;
ξ	- бетоны шахалтын бүсийн харьцаат өндөр, энэ нь $\frac{x}{h_0}$ -той тэнцүү;
s_w	- хомут хоорондын зай, үүнийг элементийн уртын дагуу хэмжинэ;
e_0	- хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй N дагуу хүчний эксцентриситет, үүнийг 7.1.7 ба 8.1.7-ыг харгалзан тодорхойлно;
e, e'	- дагуу хүч N -н үйлчлэлийн цэгээс харгалзан S ба S' арматурын тэнцүү үйлчлэгч хүчлэл хүртэлх зай;
e_{op}	- хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй урьдчилсан хавчилтын хүчлэлийн эксцентриситет;
y_n	- зааг тэнхлэгээс гадаад ачааллын гулзайлгах моментыг бодолцсон урьдчилсан хавчилтын хүчлэлийн үйлчлэх цэг хүртэлх зай;
e_p	- гадаад ачааллын гулзайлгах моментыг бодолцсон урьдчилсан хавчилтын N_p хүчлэлийн үйлчлэх цэгээс хамгийн бага шахагдсан буюу суналтын арматурын хүндийн төв хүртэлх зай;
ℓ	- элементийн алслал;
ℓ_{an}	- бэхэлгээний мужийн урт;
ℓ_p	- арматурын урьдчилсан хүчдэл бетонд дамжих мужийн урт;
ℓ_0	- шахах дагуу хүчний үйлчлэлд ажиллах элементийн тооцооны урт;
i	- элементийн хөндлөн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй огтлолын инерцийн радиус;
d_s, d_{sw}	- харгалзан дагуу ба хөндлөн арматурын шилбэний нэрлэсэн голч
A_s, A'_s	- харгалзан S ба S' арматурын хөндлөн огтлолын талбай;

A_{sw}	- налуу огтлолыг дайрсан элементийн дагуу тэнхлэгт босоо /нормаль/ нэг хавтгайд байрласан хомутын хөндлөн огтлолын талбай;
μ_s	- арматурлалын илтгэлцүүр, үүнийг арматурын хөндлөн огтлолын талбай S -г шахалт ба суналтын тавцангийн өнгийлтийг тооцолгүйгээр авсан элементийн огтлолын талбай $b \cdot h_0$ -д харьцуулж тодорхойлно;
A	- бетоны хөндлөн огтлолын нийт талбай;
A_b	- шахалтын бүсийн бетоны хөндлөн огтлолын талбай;
A_{bt}	- суналтын бүсийн бетоны хөндлөн огтлолын талбай;
A_{red}	- элементийн хөрвүүлсэн огтлолын талбай;
A_{loc}	- бетоны холголтын талбай;
I	- элементийн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй бетоны нийт огтлолын инерцийн момент;
I_{red}	- элементийн хөрвүүлсэн огтлолын хүндийн төвтэй харьцангуй инерцийн момент;
W	- элементийн суналтын захын судлын /волокна/ хувьд авах огтлолын эсэргүүцлийн момент;

P, N_p	<p><i>Урьдчилан хүчитгэсэн элементийн үзүүлэлтүүд</i></p> <p>- элементийн авч үзэж буй ажлын үе шатанд харгалзах арматурь урьдчилан хүчитгэлийн алдагдлыг бодолцсон урьдчилсан хавчилтын хүчлэл;</p>
$P_{(1)}, P_{(2)}$	- харгалзан урьдчилсан хүчдэлийн анхдагч ба нийт алдагдлыг бодолцсон хүчитгэсэн арматурын хүчлэл;
σ_{sp}	- элементийн авч үзэж буй ажлын үе шатанд харгалзах арматурь урьдчилан хүчдэлийн алдагдлыг бодолцсон хүчитгэсэн арматурь урьдчилсан хүчдэл;
$\Delta\sigma_{sp}$	- арматурын урьдчилсан хүчдэлийн алдагдал;
σ_{bp}	- арматурын урьдчилсан хүчдэлийн алдагдлыг бодолцсон урьдчилсан хавчилтын үе шатны бетоны шахах хүчдэл;

Хавсралт Б

Бэхэлгээний нарийвчийн тооцоо

Б.1 Ган бэхэлгээний нарийвчийн хавтгай элементэд тавр үүсгэн ширээсэн тээглүүр (анкер)-ийн тооцоог, бэхэлгээний нарийвчийн тэгш хэмийн нэг хавтгайд орших статик ачааллаас үүсэх гулзайлгах момент, босоо (нормаль) ба шилжисхийлтийн хүчний үйлчлэлд дараах нөхцөлөөр хийнэ.

$$\frac{Q_{an,j}}{Q_{an,j,0}} + \frac{N_{an,j}}{N_{an,j,0}} \leq 1 \quad (\text{Б.1})$$

Энд: $N_{an,j}$ – нэг эгнээ дэх тээглүүрүүдийн хамгийн их сунгах хүчлэл, дараах утгатай тэнцүү байна.

$$N_{an,j} = \frac{M}{z} + \frac{N}{n_{an}}; \quad (\text{Б.2})$$

$Q_{an,j}$ – нэг эгнээ дэх тээглүүрүүдэд ирэх шилжисхийлтийн хүчлэл, дараах утгатай тэнцүү байна.

$$Q_{an,j} = \frac{Q - 0,3N'_{an}}{n_{an}}; \quad (\text{Б.3})$$

N'_{an} – нэг эгнээ дэх тээглүүрүүдийн хамгийн их шахах хүчлэл, дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N'_{an} = \frac{M}{z} - \frac{N}{n_{an}}; \quad (\text{Б.4})$$

$Q_{an,j,0}$ – тээглүүрийн хүлээж авах шилжисхийлтийн хүч, дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$Q_{an,j,0} = \gamma_{s,sh} \cdot A_{an,j} \cdot \sqrt{R_b \cdot R_s}; \quad (\text{Б.5})$$

Энд: $\gamma_{s,sh}$ – 1,65-тай тэнцүүгээр авах илтгэлцүүр;

$N_{an,j,0}$ – нэг эгнээ дэх тээглүүрүүдийн хүлээж авах хязгаарын сунгах хүч, дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N_{an,j,0} = R_s \cdot A_{an,j}; \quad (\text{Б.6})$$

(Б.1)-(Б.6)-р томъёонд:

M, N, Q – харгалзан бэхэлгээний нарийвчид үйлчлэх момент, босоо ба шилжисхийлтийн хүч; моментыг нийт тээглүүрийн хүндийн төвийг дайрсан ба бэхэлгээний нарийвчийн ялтасны гадна хавтгайд орших тэнхлэгтэй харьцангуйгаар тодорхойлно;

n_{an} – шилжисхийлтийн хүчний чиглэлийн дагуух тээглүүр (анкер)-ийн эгнээний тоо; хэрэв тээглүүр (анкер)-ийн нийт эгнээнд Q шилжисхийлтийн хүч жигд хуваарилагдахгүй байвал шилжисхийлтийн хүчлэл Q_{an} -г тодорхойлохдоо дөрвөөс илүүгүй эгнээг авч үзнэ;

z – тээглүүр (анкер)-ийн захын эгнээ хоорондын зай;

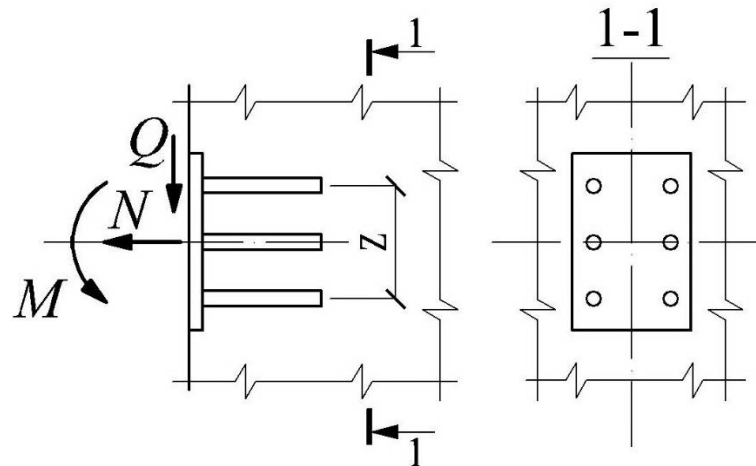
$A_{an,j}$ – хамгийн их хүчдэлтэй эгнээний тээглүүр (анкер)-ийн хөндлөн огтлолын нийт талбай;

Бусад эгнээний тээглүүр (анкер)-ийн огтлолын талбайг хамгийн их хүчдэлтэй эгнээний анкерын огтлолын талбайтай тэнцүүгээр авна.

(Б.2) ба (Б.4)-р томъёонд босоо (нормаль) хүч N -ийг бэхэлгээний нарийвчаас гадагш чиглэсэн (Б.1 зураг) бол нэмэх тэмдэгтэй, түүн рүү чиглэсэн бол хасах

тэмдэгтэй гэж авна. N'_{an} - нь хасах утгатай гарсан тохиолдолд (Б.3)-р томьёонд $N'_{an} = N$ гэж авна.

Бэхэлгээний нарийвчийг эдлэхүүний дээд гадаргуу дээр (бетондох үед) байрлуулбал N'_{an} -н утгыг тэгтэй тэнцүүгээр авна.



Б.1-р зураг. Бэхэлгээний нарийвчид үйлчлэх хүчлэлийн бүдүүвч

Б.2 15° -аас 30° хүртэл өнцөг үүсгэн зөрүүлэн ширээсэн бэхэлгээний нарийвчийн налуу тээглүүр (анкер)-ийг шилжисхийлтийн хүчний ($Q > N$ үед N – таслах хүч) үйлчлэлд дараах томьёогоор тооцно.

$$A_{an,inc} = \frac{Q - 0,3N'_{an}}{R_s}; \quad (Б.7)$$

Энд: $A_{an,inc}$ – налуу тээглүүр (анкер)-ийн хөндлөн огтлолын нийт талбай;

N'_{an} – (Б.4) томьёогоор олно.

Ингэхдээ (Б.3) томьёогоор тодорхойлогдох шилжисхийлтийн хүчлэл Q_{an} -н утгыг 0,1-тэй тэнцүүгээр авч, (Б.1)-р томьёогоор тооцсон босоо тээглүүр (анкер)-ийг тавина.

Б.3 Ачааллыг дамжуулах ширээмэл элемент бүхий ширээсэн бэхэлгээний нарийвч нь тээглүүрийн шилбийг тооцооны бүдүүвчийн дагуу ажиллуулахаар бүтэцтэй байна. Бэхэлгээний нарийвчийн гадна талын элементүүд ба тэдгээрийн ширээсэн холболтыг БНБД 53-03-22-ын дагуу тооцно. Ялтас ба цувимал хавтгай төмөр (фасонк)-ийг таслах хүчний үйлчлэлд тооцохдоо, тэдгээрийг босоо тээглүүр шилбэтэй нугасаар холбогдсон гэж үзнэ.

Үүнээс гадна тавр үүсгэн ширээсэн тээглүүр (анкер)-тэй тооцооны бэхэлгээний нарийвч ялтасны зузаан t -г дараах нөхцөлөөр шалгана.

$$t \geq 0,25d_{an} \frac{R_s}{R_{sq}}; \quad (Б.8)$$

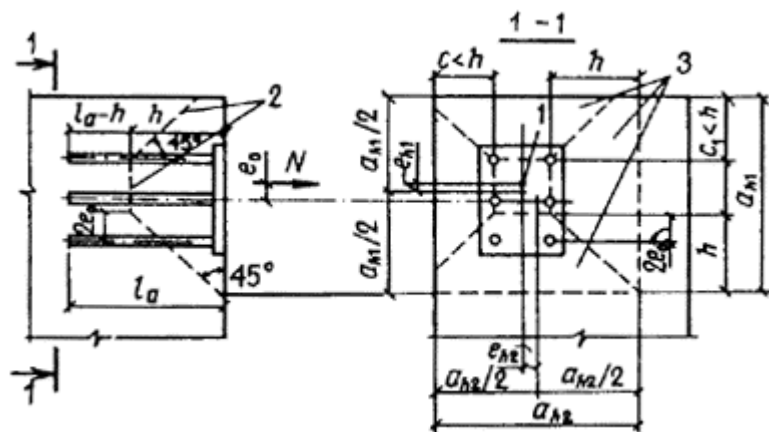
Энд: d_{an} – тооцоогоор шаардагдах тээглүүр (анкер)-ийн шилбэний голч;

R_{sq} – гангийн хяргалтын тооцооны эсэргүүцэл, БНБД 53-03-22-ын дагуу авна.

Тээглүүр (анкер) шилбэнүүд нь хавтгай ялтаснаас суга татагдах үед болон зохих үндэслэлтэй бол хавтгай ялтасны ажиллах том мужийг үүсгэхүйц ширээсэн холболтын төрлүүдэд ялтасны зузааныг багасгахын тулд (В.8) нөхцөлийг засварлаж болно.

Мөн ялтасны зузаан нь ширээлтийн технологийн шаардлагыг хангаж байх ёстой.

Б.4 Бэхэлгээний нарийвчийн хавтгай элементүүдэд ширээсэн бүх босоо (нормаль) ба налуу тээглүүр (анкер) нь сунгах хүчлэлтэй байгаа тохиолдолд бетоны ховхролтын бат бэх нь тухайн ховхролтын хавтгайд хангагдсан эсэхийг шалгах шаардлагатай. (Б.2-р зураг)



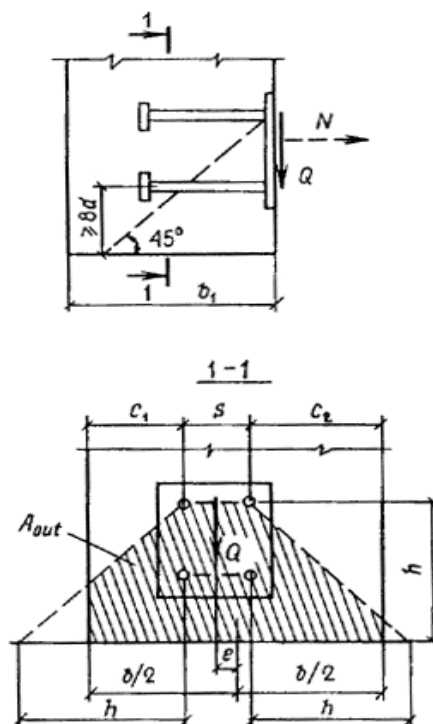
Б.2-р зураг. Бэхэлгээний нарийвчийн ховхролтын тооцооны бүдүүвч

Төмөрбетон бүтээцийн бэхэлгээний нарийвчийн эсрэг талын талс гадаргад байрлах дагуу арматурыг өнгөрөөн тээглүүр (анкер)-ийн төгсгөлийг бэхэлсэн бол *ховхролтын* тооцоог хийхгүй байхыг зөвшөөрнө. Хавтгай ялтас эсвэл хөндлөн богинохон хэлбэрийн анкерыг хүчиллэхдээ дараах голчтой дагуу арматурын шилбэнд тээглүүлнэ. Үүнд:

- тэгш хэмтэй тээглүүлэлтэд - 20 мм-с багагүй;
- тэгш хэмгүй тээглүүлэлтэд - 25 мм-с багагүй.

Ингэхдээ тээглүүр (анкер)-ийн захын эгнээний хоорондох төмөрбетон бүтээцийн хэсгийг харгалзах хөндлөн хүчний үйлчлэлээр шалгана.

Бэхэлгээний нарийвчийн шилжисхийлтийн хүчлэлийн үйлчлэл нь төмөрбетон бүтээцийн зах ирмэг рүү чиглэсэн үед бетоны эмтрэлтийн бат бэхийг зайлшгүй авч үзнэ. (Б.3-р зураг)



Б.3-р зураг. Бэхэлгээний нарийвчийн эмтрэлтийн тооцооны бүдүүвч

Хавсралт В

Бүтээцлэлийн системийн тооцоо

В.1 Даацын бүтээцлэлийн системийн тооцоо дараах хэсгүүдээс бүрдэнэ. Үүнд:

- бүтээцлэлийн системийн элементүүдийн хүчлэл (багана, давхар дундын ба адрын хучилтын хавтан, суурийн хавтан, хана, цөм) болон суурийн уланд үүсэх хүчлэлүүдийг тодорхойлох;
- бүтээцлэлийн системийн нийт болон саланги элементүүдийн шилжилт, мөн түүнчлэн дээд давхруудын хучилтын хэлбэлзлийн хурдатгалыг тодорхойлох;
- бүтээцлэлийн системийн тогтворшлын (хэлбэрийн болон байрын тогтворшил) тооцоо;
- буурийн хэв гажилт ба даах чадварыг үнэлгээ;
- бүтээцлэлийн системийн өргөжин нуралтыг эсэргүүцэх чадварын үнэлгээ (зарим тохиолдолд);

В.2 Газар дээрх болон газар доорх бүтээц, суурийн даацын бүтээцийн системийн тооцоог түүнийг ашиглалтын үе шатанд хийнэ. Барилга угсралтын явцад тооцооны нөхцөл байдалд мэдэгдэхүйц өөрчлөлт гарсан тохиолдолд даацын бүтээцлэлийн системийн тооцоог угсралтын дараалсан бүх үе шатанд харгалзах тооцооны бүдүүвчээр хийнэ.

В.3 Ерөнхий тохиолдолд даацын бүтээцийн системийн тооцоог газар дээрх болон доорх бүтээц, суурь болон түүний доорх буурийн хамтын ажиллагааг бодолцож орон зайд хийнэ.

В.4 Угсармал элементүүдээс бүрдсэн даацын бүтээцийн системийг тооцохдоо тэдгээрийн холболтын уян байдлыг бодолцоно.

В.5 Даацын бүтээцлэлийн системийн тооцоог төмөрбетон элементийн шугаман ба шугаман бус хэв гажилт (хөшүүний)-ын шинжийг ашиглан хийнэ.

Төмөрбетон элементийн шугаман хэв гажилтыг цул харимхай биетийн адил тодорхойлно.

Арматурлал нь тодорхой төмөрбетон элементийн шугаман бус хэв гажилтын шинжийг хөндлөн огтлолд ан цав үүсэх магадлал, түүнчлэн ачааллын богино ба удаан хугацааны үйлчлэлд харгалзах бетон ба арматурын харимхай бус хэв гажилтын өсөлтийг бодолцож тодорхойлно.

В.6 Даацын бүтээцлэлийн системийн тооцооны үр дүнгээр дараах утгуудыг тодорхойлно. Үүнд:

- баганад – дагуу ба хөндлөн хүч, гулзайлгах момент;
- давхар дундын болон адрын хучилтын, суурийн хавтгай хавтанд – гулзайлгах момент, мушгих момент, дагуу ба хөндлөн хүч;
- хананд – дагуу ба шилжисхийлтийн хүч, гулзайлгах момент, мушгих момент, хөндлөн хүч.

Бүтээцийн системийн элементүүдэд үүсэх хүчлэлийг тодорхойлохдоо тооцооны тогтмол, удаан ба богино хугацааны ачааллын үйлчлэлд тооцно.

В.7 Даацын бүтээцийн системийн тооцооны үр дүнд давхар дундын болон адрын хучилтын босоо шилжилт (хотойлт), бүтээцийн системийн хэвтээ шилжилт, мөн түүнчлэн өндөр барилгын дээд давхруудын хучилтын хэлбэлзлийн хурдатгалын утгуудыг тодорхойлно. Шилжилт ба хэлбэлзлийн хурдатгалын утга нь холбогдох норматив баримт бичигт тогтоосон зөвшөөрөгдөх утгаас хэтрэхгүй байх ёстой.

Бүтээцийн системийн хэвтээ шилжилтийг (II бүлгийн хязгаарын төлөвт) тооцооны тогтмол, удаан ба богино хугацааны хэвтээ ба босоо ачааллуудын үйлчлэлээр тодорхойлно.

Адрын ба давхар дундын хучилтын босоо шилжилт (хотойлт)-ийг нормын тогтмол ба удаан хугацааны босоо ачааллын үйлчлэлд тодорхойлно.

Бүтээцийн системийн элементүүдийн хөшүүншлийн үзүүлэлт (характеристик)-ийг 8.2.26, 8.2.27-д заасны дагуу арматурлал, ан цав байгаа эсэх болон бетон ба арматурын харимхай бус хэв гажилтыг бодолцож авна.

Барилгын дээд давхруудын хучилтын хэлбэлзлийн хурдатгалыг салхины ачааллын лугшилтын үйлчлэлээр тодорхойлно.

В.8 Бүтээцийн системийн тогтворыг тооцохдоо бүтээцийн системийн хэлбэрийн тогтворыг, мөн бүтээцийн системийн байрын тогтворыг онхолдох болон шилжисхийлтэнд шалгах шаардлагатай.

В.9 Бүтээцийн системийн тогтворын тооцоог тооцооны тогтмол, удаан ба богино хугацааны босоо болон хэвтээ ачааллын үйлчлэлд тооцно.

Бүтээцийн системийн хэлбэрийн тогтворыг тооцохдоо бүтээцийн системийн элементүүдийн хөшүүний шинжийг арматурлал, ан цав байгаа эсэх болон бетон ба арматурын харимхай бус хэв гажилт зэргийг бодолцон тооцно.

Байрын тогтворыг тооцож буй үед бүтээцийн системийг хэв гажаагүй бие гэж авч үзнэ.

Онхолдолтын тооцоонд босоо ачааллаас үүсэх барих (тогтоох) момент нь хэвтээ ачааллаас үүсэх онхолдуулах моментыг *нөөцийн илтгэлцүүрийн* утгаас 1,5 дахин их байх ёстой. Шилжисхийлтийн тооцоонд барих хэвтээ хүч нь бодит шилжисхийлтийн хүчний *нөөцийн илтгэлцүүрийн* утгаас 1,2 дахин их байх ёстой. Энэ үед ачааллын найдваршлийн хамгийн тааламжгүй утгыг авах үзнэ.

В.10 Өргөжих эвдрэлийн тооцоо нь бүтээцийн системийн аль нэг элемент (багана, ханын хэсэг, хучилтын хэсэг) эвдэрч, тухайн элементын ойролцоо эвдрэл гарч болзошгүй тохиолдолд бүтээцийн систем бүхлээрээ бат бэх болон тогтвороо хангаж байх ёстой гэж үзэж тооцно. Мөн түүнчлэн харгалзан үзэх үндэслэлтэй тохиолдолд суурийн доорх буурийн эвдрэлийг (жишээ нь: карстын эвдрэлийн үүсэлтийн үед) тооцооны нөхцөлд авч үзэж тооцох хэрэгтэй.

В.11 Өргөжих эвдрэлийн тооцоог босоо нормын ачааллын үйлчлэлд бетон ба арматурын нормын эсэргүүцлийн утгаар тооцоог хийнэ.

В.12 Суурийн даах чадвар болон хэв гажилтыг холбогдох норматив баримт бичгийн дагуу барилгын бүтээцийн системийг тооцоолох явцад тогтоосон буурьт үйлчлэх хүчлэлээр нь тооцож үнэлнэ.

Тооцооны аргууд

В.13 Бүтээцийн системийн тооцоог барилгын механикийн аргуудаар хийнэ. Энэ үед ерөнхий тохиолдолд төгсгөлөг элементийн арга, төгсгөлөг ялгаврын арга болон бусад тоон аргуудыг ашигладаг.

В.14 Хучилтын даах чадварыг үнэлэхэд хязгаарын тэнцвэрийн аргыг хэрэглэхийг зөвшөөрнө.

В.15 Бүтээцийн системийг төгсгөлөг элементийн аргаар тооцохдоо орон зайн статик тодорхойгүй систем гэж үзэж тооцно.

В.16 Бүтээцийн системийг загварчлахдаа бүрхүүлэн, шилбэн болон шаардлагатай бол эзлэхүүнт төгсгөлөг элементүүдийг ашиглан хийнэ.

В.17 Бүтээцийн системийн орон зайн загварыг үүсгэхэд хоорондоо холбогдсон янз бүрийн чөлөөний зэрэгтэй заасан элемент бүрийн хувьд шилбэн, бүрхүүл болон эзлэхүүнт төгсгөлөг элементүүдийн хамтын ажлын шинж чанарыг харгалзан үзэх хэрэгтэй.

В.18 Буурийн хэв гажилтыг тооцохдоо буурийн нийтээр мөрддөг тооцооны загварыг ашиглах, төрөл бүрийн төгсгөлөг элементүүд болон өгөгдсөн суумтгай чанарын захын нөхцөлийг хэрэглэх, барилгын доорх хөрсний бүхий л цулыг эзлэхүүнт төгсгөлөг элементээр загварчлах, эсвэл цогцоор нь дээр дурдсан бүх аргуудыг хэрэглэж тооцно.

В.19 Бүтээцийн системийн тооцооны эхний үе шатанд буурийн хэв гажилтыг хөрсний дундаж үзүүлэлтээр авсан улны (постелийн) илтгэлцүүрийг ашиглан тооцохыг зөвшөөрнө.

В.20 Шон буюу шон хавтантай (тавцант шон) суурийг хэрэглэх үед шонг төмөрбетон бүтээцийн адил загварчлах эсвэл хөрстэй уялдуулсан ажлыг бодолцож буурийн улны (постелийн) хөрвүүлсэн илтгэлцүүрийг ашиглаж нэгдсэн буурь гэж тооцох шаардлагатай.

В.21 Төгсгөлөг элементийн тооцооны загварыг байгуулах үед төгсгөлөг элементүүдийн хэмжээс болон хэлбэрийг, ашиглаж байгаа тооцооллын тодорхой

программуудын боломжид тулгуурлан баганын уртын дагуух болон хучилтын хавтан, суурь, ханын талбайгаар тодорхойлогдох хүчлэлийг шаардлагатай нарийвчлалыг хангахуйц байхаар авна.

В.22 Бүтээцийн системийн тооцооны эхний үе шатанд бүтээцийн арматурлал тодорхойгүй үед төгсгөлөг элементүүдийн хөшүүний шинж чанарыг шугаман хэв гажилтын шинжээр нь тодорхойлно.

В.23 Давхар дундын болон адрын /дээврийн/ хучилтын хавтангийн шаардлагатай арматурлалыг тодорхойлсны дараа хоёр чиглэлд арматурласан хавтангийн гулзайлтын хөшүүний нарийвчилсан утгыг авч эдгээр бүтээцийн хотойлтын тооцоог нэмж хийх шаардлагатай.

В.24 Төгсгөлөг элементүүдийн шугаман бус хөшүүн байдлын шинжийг харгалзан давхар дундын ба адрын хучилт болон суурийн хавтан элементийн гулзайлгах моментууд, түүнчлэн хана ба баганын дагуу хүчийг илүү нарийвчлалтай тооцохын тулд бүтээцийн системийн нэмэлт тооцоог хийхийг зөвлөж байна.

В.25 Бүтээцийн системийг төгсгөлөг элементийн аргаар тооцоход тусгай гэрчилгээжсэн (хүлээн зөвшөөрөгдөн батлагдсан) компьютерын программ ашиглан хийнэ. БНБД 20-01-11 дагуу 2-р зэрэглэлийн буюу өндөржүүлсэн чухал барилга, байгууламжийн бүтээцийн системийн хувьд тооцооны бие даасан (зөвшөөрөлтэй) байгууллагууд дор хаяж хоёр өөр компьютерын программ ашиглан хийх ёстой.

В.26 Хучилтын даах чадварыг хязгаарын тэнцвэрийн аргаар тооцохдоо түүний эвдрэлийг тодорхойлдог хамгийн аюултай бүдүүвч бүхий хучилтын хавтангийн хязгаарын тэнцвэрт боломжит шилжилт хийх гадаад ачаа, дотоод хүчний ажлын тэнцвэрийг тооцооны шалгуур болгон ашиглана.

В.27 БНБД 20-01-11 дагуу 2-р зэрэглэлийн буюу өндөржүүлсэн чухал барилга, байгууламжийн бүтээцийн системийн тооцоог мэргэжлийн тусгай байгууллага, шинжлэх ухаан, техникийн дэмжлэгтэйгээр гүйцэтгэнэ.

Хавсралт Г

Бетоны хэв гажилтын диаграмм

Г.1 Бетоны хэв гажилтын муруйн диаграммын аналитик хамаарлыг дараах байдлаар авна.

$$\varepsilon_m = \frac{\sigma_m}{(E_m \nu_m)},$$

$$d\varepsilon_m = d\sigma_m / (E_m \nu_m^k), \quad (\text{Г.1})$$

Энд: $\varepsilon_m, \sigma_m, E_m$ - харгалзан харьцаат хэв гажилт, хүчдэл, анхны харимхайн модуль (d - дифференциалын тэмдэг)

m - материалын индекс (бетонд $m = b, b_t$; арматурт $m = s$);

ν_m - дараах томъёогоор тодорхойлогдох таслалтын /харимхай-налархай/ (секущего-секант)-н модулийн өөрчлөлтийн илтгэлцүүр

$$\nu_m = \hat{\nu}_m \pm (\nu_0 - \hat{\nu}_m) \sqrt{1 - \omega_1 \eta - \omega_2 \eta^2}, \quad (\text{Г.2})$$

Энд: $\hat{\nu}_m$ - диаграммын дээд хэсэгт байгаа илтгэлцүүрийн утга ($\sigma_m = \hat{\sigma}_m$);

ν_0 - секант модулийн өөрчлөлтийн анхны илтгэлцүүр (диаграммын эхэнд эсвэл түүний муруйн сегментийн эхэнд);

ω_1, ω_2 - материалын диаграммын бүрэн байдлыг тодорхойлсон илтгэлцүүрүүд, $\omega_2 = 1 - \omega_1$;

η - дараах харьцаагаар тодорхойлогдох хүчдэлийн өгсөлтийн түвшин

$$\eta = (\sigma_m - \sigma_{m,el}) / (\hat{\sigma}_m - \sigma_{m,el}), \quad (\text{Г.3})$$

$$(\sigma_m - \sigma_{m,el}) \geq 0;$$

$\sigma_{m,el}$ - материалын харимхайн хязгаарт хамаарах хүчдэл;

ν_m^k – секант модулийн өөрчлөлтийн илтгэлцүүртэй холбоотой хамааралтай шүргэгч модулийн өөрчлөлтийн илтгэлцүүр,

$$\frac{1}{\nu_m^k} = \frac{1}{\nu_m} \pm \frac{\sigma_m (\nu_0 - \hat{\nu}_m) (\omega_1 + 2\omega_2 \eta)}{2\nu_m^2 (\hat{\sigma}_m - \sigma_{m,el}) \sqrt{1 - \omega_1 \eta - \omega_2 \eta^2}}, \quad (\text{Г.4})$$

(Г.2) ба (Г.4) томъёонд арматурын хэв гажилтын диаграмм болон бетоны хэв гажилтын диаграммын өгсөлтийн үед нэмэх тэмдгийг, бетоны хэв гажилтын диаграммын бууралтын үед хасах тэмдгийг авна. Диаграммын бууралтын үед хүчдэлийн түвшинг $\eta \geq 0,85$ хүртэл (Г.2 томъёонд) ашиглахыг зөвшөөрнө.

Г.2 Бетоныг нэг тэнхлэгт болон жигд шахах үед (Г1-р зураг) бетоны хэв гажилтын анхны диаграммыг (Г.1) - (Г.4)-р хамаарлаар тодорхойлсон бөгөөд үүнийг дараах байдлаар авна:

диаграммын үеүдийн аль алинд нь:

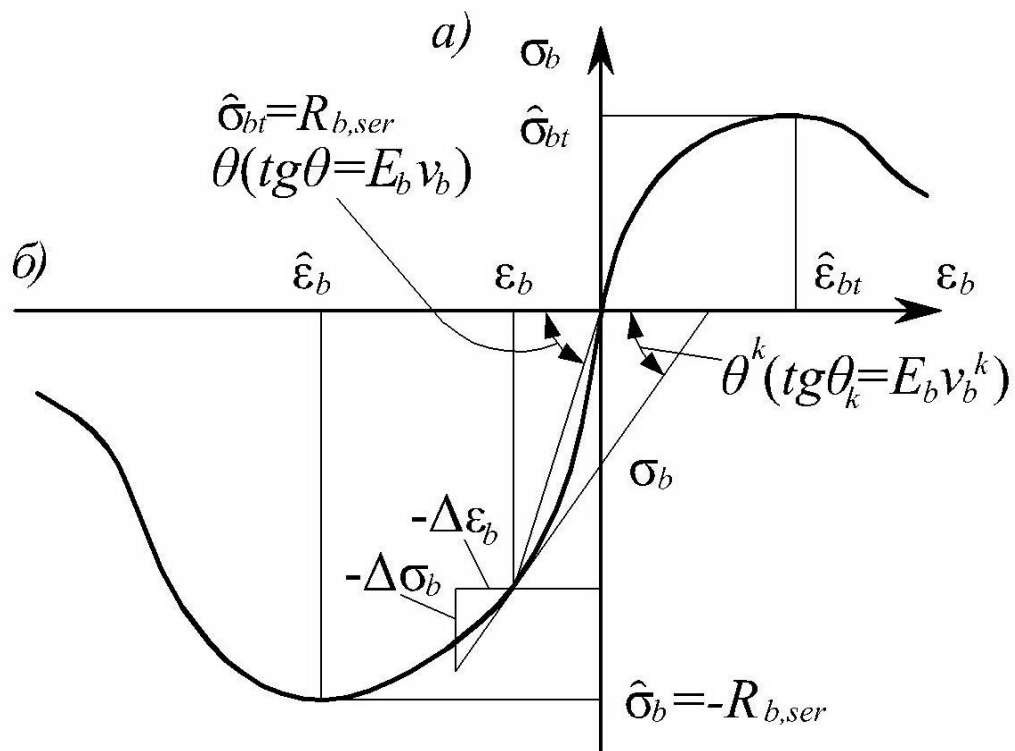
$$\hat{\sigma}_b = -R_{b,ser}; \sigma_{b,el} = 0; \hat{\nu}_b = \hat{\sigma}_b / (\hat{\varepsilon}_b E_b); \eta = \sigma_b / \hat{\sigma}_b, \quad (\text{Г.5})$$

өгсөлтийн үед:

$$\nu_0 = 1; \omega_1 = 2 - 2,5\hat{\nu}_b, \quad (\text{Г.6})$$

бууралтын үед:

$$\nu_0 = 2,05\hat{\nu}_b; \omega_2 = 1,95\hat{\nu}_b - 0,138, \quad (\text{Г.7})$$



Г.1-р зураг. Бетоны хэв гажилтын муруйн диаграмм

Бетоны тэнхлэгийн шахалтын диаграммын оройн абсцессыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$\hat{\epsilon}_b = -\frac{B}{E_b} \lambda \frac{1+0,75\lambda B/60+0,2\lambda/B}{0,12+B/60+0,2/B}, \quad (\text{Г.8})$$

Энд: B - шахалтын бат бэхээр тогтоосон бетоны анги;

λ -бетоны төрлөөс хамаарах хэмжээсгүй илтгэлцүүр, үүнийг дараах байдлаар тэнцүүлж авна.

$\lambda = 1$ - хүнд ба нарийн ширхэгтэй бетонд;

$\lambda = D/2400$ - дунд зэргийн нягттай D , (кг/м^3) хөнгөн бетонд;

$\lambda = 0,25 + 0,35B$ – сүвэрхэг бетонд;

Бетоныг нэг тэнхлэгт болон жигд сунгах үед бетоны хэв гажилтын анхны диаграммыг (Г.1) - (Г.3)-р хамаарлаар тодорхойлсон бөгөөд үүнийг дараах байдлаар авна:

$$\hat{\sigma}_{bt} = R_{bt,ser} \tilde{\gamma}_{btq}; \sigma_{bt,el} = 0; \eta = \sigma_{bt} / \hat{\sigma}_{bt}, \quad (\text{Г.9})$$

$$\hat{\nu}_{bt} = (0.6 + 0.15R_{bt,n}/R_{0tn}) / \tilde{\gamma}_{btq}$$

Энд: $\tilde{\gamma}_{btq}$ – илтгэлцүүр, төвийн суналтын элементэд нэгтэй тэнцүү гулзайлтын элементүүдэд

$$\tilde{\gamma}_{btq} = (\tilde{\gamma}_h + 0.007); \quad 0,9 \leq \tilde{\gamma}_h = 2 - \sqrt[3]{h/h_s}, \quad (\text{Г.10})$$

Энд: $h_s = 30$ см – зарим эталон огтлолын өндөр,

h - огтлолын өндөр, см,

$R_{0tn} = 2.5 \text{ МПа}$,

(Г.6), (Г.7)-р томъёоны $\nu_0, \omega_1, \omega_2$ хэмжигдхүүнүүдийг /параметруудийг/ $\hat{\nu}_b$ ба $\hat{\nu}_{bt}$ -р сольж тооцно.

Дугуй ба цагариг огтлолтой баганын тооцоо

Д.1 Цагариг огтлолтой баганын бат бэхийн тооцоо нь (Д.1-р зураг) дотор ба гадна талын радиусын харьцаа $r_1/r_2 \geq 0,5$ байх, арматурыг тойргийн дагуу жигд тараан байрлуулах (хамгийн багадаа долоон дагуу шилбэтэй), шахалтын бүсний бетоны харьцаат талбайгаас хамаарч хийгддэг.

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,tot}}{R_b A + (R_{sc} + 1,7 R_s) A_{s,tot}}; \quad (Д.1)$$

а) $0,15 < \xi_{cir} < 0,6$ үед

$$M \leq (R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s) \frac{\sin \pi \xi_{cir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} r_s (1 - 1,7 \xi_{cir}) (0,2 + 1,3 \xi_{cir}); \quad (Д.2)$$

б) $\xi_{cir} < 0,15$ үед

$$M \leq (R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s) \frac{\sin \pi \xi_{cir1}}{\pi} + 0,295 R_s A_{s,tot} r_s; \quad (Д.3)$$

Энд: $\xi_{cir1} = \frac{N + 0,75 R_s A_{s,tot}}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}};$

в) $\xi_{cir} \geq 0,6$ үед

$$M \leq (R_b A r_m + R_{sc} A_{s,tot} r_s) \frac{\sin \pi \xi_{cir2}}{\pi}; \quad (Д.4)$$

Энд: $\xi_{cir2} = \frac{N}{R_b A + R_{sc} A_{s,tot}};$ (Д.5)

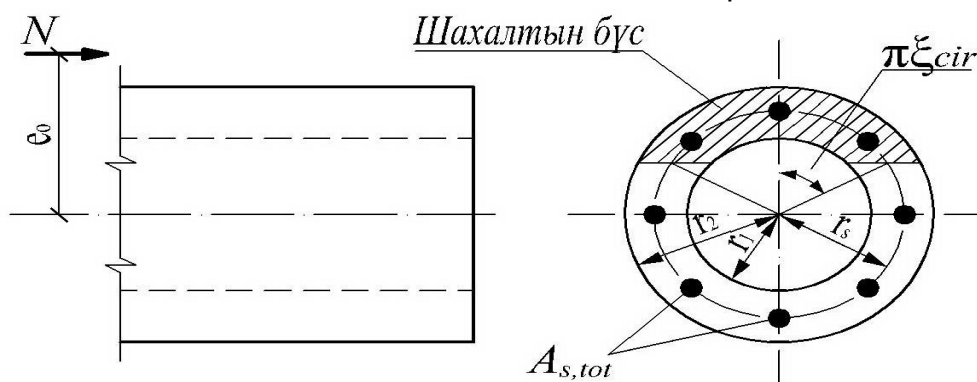
(Д.1)- (Д.5)-р томъёонуудын:

$A_{s,tot}$ – нийт дагуу арматурын огтлолын талбай;

$$r_m = \frac{r_1 + r_2}{2};$$

r_s – дагуу арматурын хүндийн төвийг дайрсан тойргийн радиус.

M – элементийн хотойлтын нөлөөг тооцон тодорхойлох момент



Д.1-р зураг. Цагариг огтлолтой шахалтын элементийн тооцооны бүдүүвч

Д.2 Тойргийн дагуу жигд тархан байрласан, А400-аас ихгүй ангийн арматур- (долоогоос цөөнгүй тооны дагуу шилбэтэй) -тай дугуй огтлолтой баганын бат бэхийн тооцоог дараах нөхцөлөөр шалгана.

$$M \leq \frac{2}{3} R_b A r \frac{\sin^3 \pi \xi_{cir}}{\pi} + R_s A_{s,tot} \left(\frac{\sin \pi \xi_{cir}}{\pi} + \varphi \right) r_s, \quad (Д.6)$$

Энд: r - огтлолын радиус;

ξ_{cir} -бетоны шахалтын бүсийн харьцаат талбай, дараах нөхцөлөөр тодорхойлно.

$$N \leq 0,77R_b A + 0,645R_s A_{s,tot} , \quad (Д.7)$$

Нөхцөл биелэгдсэн тохиолдолд тэгшитгэлийн шийдлээс

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_s A_{s,tot} + R_b A \frac{\sin 2\pi \xi_{cir}}{2\pi}}{R_b A + 2,55 R_s A_{s,tot}} ; \quad (Д.8)$$

Нөхцөл биелэгдээгүй тохиолдолд (Д.7)-р тэгшитгэлийн шийдлээс

$$\xi_{cir} = \frac{N + R_b A \frac{\sin 2\pi \xi_{cir}}{2\pi}}{R_b A + R_s A_{s,tot}} ; \quad (Д.9)$$

φ – суналтын арматурын ажлыг бодолцсон илтгэлцүүр ба дараах байдлаар тэнцүүлж авна.

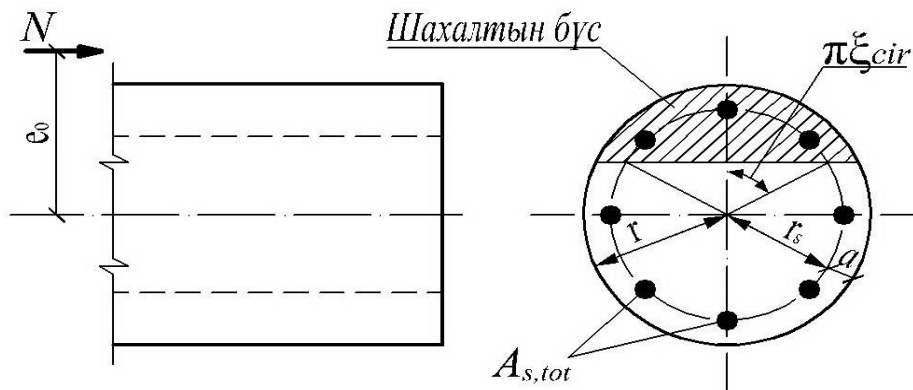
(Д.7)-р нөхцөл биелэгдсэн тохиолдолд: $\varphi = 1,6(1 - 1,55\xi_{cir})\xi_{cir}$, гэхдээ 1-ээс ихгүй байна;

(Д.7)-р нөхцөл биелэгдээгүй тохиолдолд: $\varphi = 0$;

$A_{s,tot}$ - нийт дагуу арматурын огтлолын талбай;

r_s – дагуу арматурын хүндийн төвийг дайрсан тойргийн радиус.

M – элементийн хотойлтын нөлөөг тооцон тодорхойлох момент



Д.2-р зураг: Дугуй огтлолтой төвийн бус шахалтын элементийн тооцооны бүдүүвч

Хавсралт E

Бетон ухаадас (шпонка)-ын тооцоо

E.1 Бетон ухаадас (шпонка)-ын хэмжээ

Угсармал элементүүд болон бетон эсвэл зуурмаган нэмэлт чигжээс хооронд шилжисхийлтийн хүчлэлийг дамжуулах бетон ухаадасны хэмжээг тодорхойлох томъёо:

$$t_k \geq \frac{Q}{R_b l_k n_k}; \quad (\text{E.1})$$

$$h_k \geq \frac{Q}{2R_{bt} l_k n_k}, \quad (\text{E.2})$$

Энд Q -ухаадсаар дамжих шилжисхийлтийн хүч

t_k, h_k, l_k -гүн, өндөр, тээгийн урт

n_k -тооцоонд орсон тээгийн тоо, гурваас илүүгүй авна.

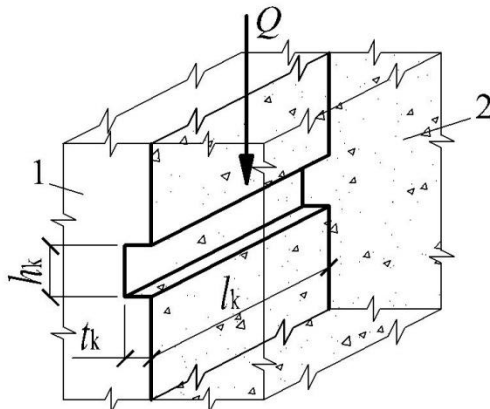
N шахах хүчний үйлчлэлд ухаадасны өндрийг тодорхойлох томъёо

$$h_k = \frac{Q - 0,7N}{2R_{bt} l_k n_k} \quad (\text{E.3})$$

мөн өндөрийн хэмжээг (E.2) томъёогоор тодорхойлсонтой ижил багасгаж хэрэглэхдээ хоёр дахинаас ихээр багасгахгүй.

Тээгээр холбогдох хавтгай элементийн тээгийн уртыг дагуу харгалзах тооцохдоо элементийн алслалын хагасаас багагүйгээр байлгана. Энэхүү тооцооны Q утгыг бүх уртын дагуух шилжисхийлтийн хүчлэлийн нийлбэртэй тэнцүүгээр авна.

Бетон бүтээцэд R_b болон R_{bt} бетон ухаадасны тооцооны бат бэхийг хэрэглэж (E.1) - (E.3) томъёогоор угсармал элементийн тээг болон нэмж цутгасан бетон ухаадсыг шалгана. Салаа огтлолтой баганын суналтад ажиллах салааг аяган сууриас сугалах тооцоонд таван ухаадасны ажиллагааг тооцно. (E.1 зураг)



1-угсармал элемент; 2- цутгамал бетон

E.1 зураг. Шилжисхийлтийн хүчлэлийг угсармал элементээс цутгамал бетонд дамжуулах ухаадасны тооцооны бүдүүвч

Богино хөшөөст бүтээц (богино консоли)-ийн тооцоо

Ж.1 Баганын $l_1 \leq 0.9h_0$ хэмжээтэй (Ж.1 зураг) богино хөшөөст бүтээцийн тооцоонд налуу шахалтын зурвас болон тулгуурын хоорондын хөндлөн хүчний үйлчлэлд бат бэхийг хангах нөхцөл

$$Q \leq 0,8R_b b l_{sup} \sin^2 \theta (1 + 5\alpha \mu_w), \quad (Ж.1)$$

томьёны баруун тал $3,5R_{bt}bh_0$ -аас ихгүй, $2,5R_{bt}bh_0$ -аас багагүй байна.

Ж.1 нөхцөлөөр:

l_{sup} – хөшөөст бүтээцийн өнгийлтийн дагуу ачаа тулах талбайн урт;

θ – тэгшитгэлээр $\left(\sin^2 \theta = \frac{h_0^2}{h_0^2 + l_1^2} \right)$ -ээр тодорхойлсон, хэвтээ чиглэлтэй

харьцангуй тооцооны шахалтын зурвасын налууугийн өнцөг;

$\mu_w = \frac{A_{sw}}{bS_w}$ - хөшөөст бүтээцийн өндрийн дагуу байрласан хомутын

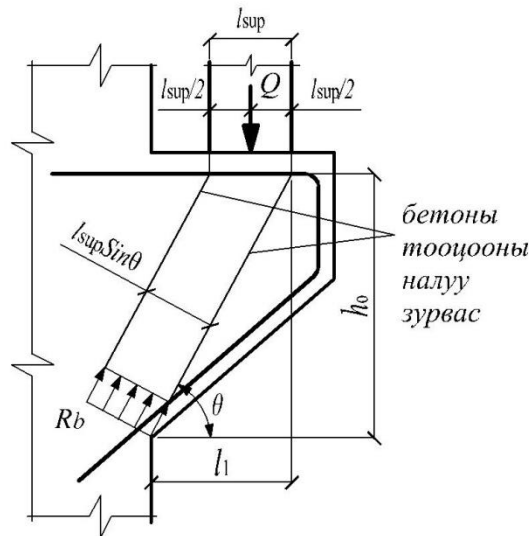
арматурлалын илтгэлцүүр;

Энд; S_w – түүнд нормаль чиглэлд хэмжигдсэн хомут хоорондын зай

Хэвтээ чиглэлд 45° ихгүй өнцөгтэй хэвтээ болон налуу хомутыг тооцоонд бодолцоно.

Хөшөөст бүтээцийн ачаа дамжих байрлалд шахалтын хүчлэл нь бетоны холголтын тооцооны бат бэх $R_{b,loc}$ -ээс ихгүй байна.

Богино хөшөөст бүтээцэд хөдөлгөөнгүй бэхлэгдсэн раман бүтээцийн хөшүүн зангилаанд, (Ж.1) нөхцөлөөр l_{sup} – утгыг хөшөөст бүтээцийн өнгийлт l_1 -тэй тэнцүүгээр, гэхдээ $M/Q \geq 0,3$ м болон $l_{sup}/l_1 \geq 2/3$ (энд М–дамнурууны суналтын дээд ирмэгийн момент, Q –хөшөөст бүтээцийн ирмэгт харгалзах дамнурууны босоо (нормаль) огтлолын хөндлөн хүч) нөхцөлүүдийг хангана. Энэ тохиолдолд (Ж.1) нөхцөлийн баруун тал $5R_{ct}bh_0$ -аас ихгүй байна.

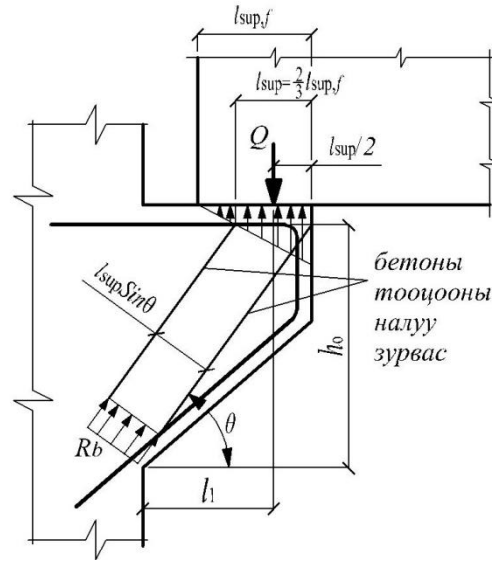


Ж.1 Зураг. Хөндлөн хүчний үйлчлэлд богино хөшөөст бүтээцийг тооцооны бүдүүвч

Дамнуруу нь хөшөөст бүтээцийн өнгийлтийн дагуу, мөн богино хөшөөст бүтээцэд тусгайлсан суулгах нарийвч хэрэглэхгүйгээр нугасаар тулахад, (Ж.2 зураг)

бэхэлгээний талбайг (Ж.1) нөхцөлөөр бодит тулах талбайн уртын 2/3-тай тэнцүүгээр l_{sup} -ийн утгыг авна.

Богино хөшөөст бүтээцийн хөндлөн арматурлал заавал бүтээцийн шаардлага хангана.



Ж.2 Зураг. Хөшөөст бүтээцийн өнгийлтийн дагуу угсармал дамнуруу нугасан тулах үеийн богино хөшөөст бүтээцийг тооцооны бүдүүвч

Ж.2 Баганын хөшөөст бүтээцэд дамнурууны нугасан тулахад, хөшөөст бүтээцийн дагуу арматурыг дараах нөхцөлөөр шалгана.

$$Q \frac{l_1}{h_0} \leq R_s A_s, \quad (\text{Ж.2})$$

энд, l_1 , h_0 - утгыг Ж.1 зургаас үз

Хөшөөст бүтээцийн дагуу арматурыг хөшөөсний сул үзүүр хүртэл заавал явуулж зохих тээглүүрийг хийнэ.

Багана болон дамнуруутай хөшүүн залгахдаа, залгаасыг чигжих мөн дамнурууны доод арматурыг хөшөөст бүтээцийн дагуу арматуртай суулгах нарийвчаар дамжуулан ширээхэд дараах нөхцөлийг шалгана

$$Q \frac{l_1}{h_0} - N_s \leq R_s A_s, \quad (\text{Ж.3})$$

энд, l_1 - өнгийлтийн урт, h_0 - богино хөшөөст тулгуурын ажлын өндөр

N_s - дамнуруунаас хөшөөст тулгуурын дээр үйлчлэх хэвтээ хүчлэл:

$$N_s = \frac{M + Q l_{sup} / 2}{h_{0b}} \quad (\text{Ж.4})$$

мөн $1,4k_f l_w R_{wf} + 0,3Q$ ихгүйгээр авна. (энд k_f ба l_w -хөшөөст бүтээц болон дамнурууны суулгах нарийвч хооронд ширээсэн булангийн ширээлтийн харгалзах өндөр ба урт; R_f -Э42 электрод($R_{wf} = 180 \text{ МПа}$) ашиглан БНБД 53-03-22-ын шаардлагын дагуу металлын ширээлтийн булангийн ширээлтийн тооцооны эсэргүүцэл; 0,3- ган дээр гангийн үрэлтийн эсэргүүцэл), мөн $R_{sw} A_{sw}$ -ээс ихгүй байна (энд R_{sw} ба A_{sw} -дамнурууны дээд арматурын харгалзах тооцооны эсэргүүцэл ба арматурын огтлолын талбай).

Ж.3 болон Ж.4 томъёонд:

M, Q хөшөөст бүтээцийн ирмэг дээрх дамнурууны босоо (нормаль) огтлолд харгалзах гулзайлгах момент ба хөндлөн хүч; хэрвээ M момент дамнурууны доод ирмэгээр татан байвал Ж.4 томьёонд M -ийн «хасах» утгатай авна.

l_{sup} -хөшөөст бүтээцийн өнгийлтийн дагуу бодитоор тулах талбайн урт;

h_{0b} -дамнурууны ажлын өндөр.

Хавсралт И

Шугаман бус хэв гажилттай загварт үндэслэн төвийн бус шахалтын элементийг ташуу арматурлалттай тооцох

И.1 Шугаман бус хэв гажилттай загварын үндэслэсэн ташуу арматуртай хүнд эсвэл жижиг ширхэгтэй бетонон төвийн бус шахалтын шилбэн элементийн тооцоог 8.1.20-8.1.30 болон И.2-И.4 дагуу гүйцэтгэнэ.

И.2 Ташуу арматуртай элементийн босоо (норматив) огтлолд бетон болон арматурын хэв гажилтыг тодорхойлох (8.39)-(8.41) тэгшитгэл дэх хөшүүний үзүүлэлт D_{ij} ($i, j - 1, 2, 3$)-ийг дараах томъёогоор тодорхойлно:

$$D_{11} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{bzk}^2 \cdot E_b \cdot v_{bk}; \quad (\text{И.1})$$

$$D_{22} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{byi}^2 \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{syj}^2 \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{byk}^2 \cdot E_b \cdot v_{bk}; \quad (\text{И.2})$$

$$D_{12} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi} \cdot Z_{byi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj} \cdot Z_{syj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{bzk} \cdot Z_{byk} \cdot E_b \cdot v_{bk}; \quad (\text{И.3})$$

$$D_{13} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{bxi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{sxj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{bzk} \cdot E_b \cdot v_{bk}; \quad (\text{И.4})$$

$$D_{23} = \sum_i A_{bi} \cdot Z_{byi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot Z_{syj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot Z_{byk} \cdot E_b \cdot v_{bk}; \quad (\text{И.5})$$

$$D_{33} = \sum_i A_{bi} \cdot E_b \cdot v_{bi} + \sum_j A_{sj} \cdot E_{sj} \cdot v_{sj} + \sum_k A_{bk} \cdot E_b \cdot v_{bk}; \quad (\text{И.6})$$

Энд: A_{bk}, Z_{bzk}, Z_{byk} - талбай, хүндийн төвийн түвшин дэх хүчдэл болон ташуу арматуртай бетоны k -р хэсгийн хүндийн төвийн координатууд
 v_{bk} - k -р хэсгийн ташуу арматуртай бетоны харимхайн илтгэлцүүр

Бусад үзүүлэлтийг 8.1.23-ас үз.

(И.1) -(И.6) томъёонд $A_{bi} = 0$ гэж авахыг зөвшөөрнө

И.3 Тэнхлэгийн шахалтын үеийн ташуу арматуртай бетоны хэв гажилтын диаграммаар v_{bk} илтгэлцүүрийн утгыг тодорхойлно.

Хоёр эсвэл гурван шугамт диаграмм хэрэглэснээс (6.5) - (6.9) хамаарал бетоны орчны үзүүлэлт R_b, ε_{b0} болон ε_{b2} үзүүлэлтийн оронд ташуу арматуртай бетоны $R_{b,red}, \varepsilon_{b0,red}$ болон $\varepsilon_{b2,red}$ хэрэглэнэ

$$R_{b,red} = R_b + \varphi \cdot \mu_{xy} \cdot R_{s,xy} \leq 2R_b; \quad (\text{И.7})$$

$$\varepsilon_{b0,red} = \varepsilon_{b0} + 0,02 \cdot \alpha_{red}; \quad (\text{И.8})$$

$$\varepsilon_{b2,red} = \varepsilon_{b2} \cdot \frac{\varepsilon_{b0,red}}{\varepsilon_{b0}}, \quad (\text{И.9})$$

Энд; $R_{s,xy}$ - ташуу арматурлалт тор арматурын тооцооны эсэргүүцэл
 μ_{xy} - (8.86) томъёогоор тодорхойлно.

$$\varphi = \frac{1}{0,23 + \alpha_{red}}; \quad (\text{И.10})$$

$$\alpha_{red} = \frac{\mu_{xy} \cdot R_{s,xy}}{R_b + 10}; \quad (\text{И.11})$$

$R_{s,xy}$ болон R_b - МПа.

И.4 Хэв гажилтын муруй шугаман диаграммын ν_{bk} илтгэлцүүрийн утгыг (Г.1) - (Г.8) томъёонд $\hat{\sigma}_b$ болон $\hat{\varepsilon}_b$ бетоны илтгэлцүүрийн оронд ташуу арматуртай бетоны $R_{b,red}$ болон ε_{b0red} үзүүлэлтийг хэрэглэнэ.

Бетоны тэнхлэгийн шахалтын диаграммын өсөх муруйн ν_0 параметруудийн утгыг доорх томъёогоор тодорхойлно

$$\nu_0 = \frac{R_b}{R_{b,red}} \quad . \quad (И.12)$$

Хавсралт К

Механик арматурын залгаастай төмөрбетон бүтээцийн төсөллөлтийн дүрмийн шаардлага ба бүтээцлэл

К.1 Ерөнхий шаардлага

К.1.1 Энэхүү тавигдах шаардлага нь урьдчилан хүчитгээгүй 10-40мм голчийн арматуртай төмөр бетон бүтээцийн бэлтгэх, төсөллөлт болон бүтээцлэхэд хамаарна.

К.1.2 Арматурыг механикаар залгах дараах төрлийн холбоосуудыг хэрэглэнэ:

- хавчих - залгаасны ган бугуйвчан холбоос (муфт)-ыг барилгын талбай дээр хөдөлгөөнт эсвэл үйлдвэрийн суурин төхөөрөмжөөр халаахгүйгээр налархай хэв гажилтад оруулах замаар шилбэн арматурыг залгах;
- эрээст - үйлдвэрт бэлтгэж дотроо эрээс татсан (цилиндрээр зорсон эсвэл шахаж ховил гаргасан болон конус) эрээст бугуйвчан холбоос (муфт)-оор, залгагдах шилбэн арматуруудад харгалзах хэмжээст эрээс зорж гаргасан шилбэн арматурыг залгах;
- хосолсон - шилбэн арматурыг төгсгөлд эрээст бугуйвчан холбоосыг үйлдвэрт урьдчилан хавчиж бэлтгэсэн шилбэн арматураар холбох;
- эрэгт - шилбэн арматурыг толгойгүй боолт (заостренный болт)-оор шилбэн арматуранд шигтгэн бэхэлдэг урт бугуйвчан холбоос (муфт)-ын тусламжтай шилбэн арматурыг бэхлэх
- түгжээт (цанга) –дотор нь байрлах конус түгжээт хавтгайлжийн тусламжтай шилбэн арматурыг түгжих замаар арматурын шилбэнүүдийг холбох;

Бүтээцийн ашиглалт, ачааны шинж чанар, арматурын ажлын технологи үйлдвэрлэл мөн техник эдийн засгийн үзүүлэлтийг заавал бодолцож механик залгаас, бугуйвчан холбоосны төрлийг сонгоно.

Харгалзах үйлдвэрлэгчийн заавар эсвэл журмын дагуу заавал механик холбоосны угсралтыг гүйцэтгэнэ.

Механик залгаасаар арматур залгах хэрэглэх хүрээ нь тооцооны сөрөг температур хасах 70°C-ээс багагүй, шилбэн арматурын төгсгөлд эрээс зорсон эрээст холбоосны хэрэглэх хүрээ хасах 60°C-ээр хязгаарлагдана.

К.2 Механик холбоост арматурын норматив үзүүлэлт

К.2.1 арматур залгахад зориулсан механик залгаасны бат бэхийн (түр эсэргүүцэл) норматив утга нь залгах арматурын бат бэх (түр эсэргүүцэл) -ийн норматив утгаас багагүй байх шаардлагатай. Механик залгаасны бат бэх болон хэв гажилтын үзүүлэлт нь К.1 хүснэгтийн шаардлагад нийцсэн байна.

К.1 хүснэгт

Салгах хүчлэл P_B , кН, багагүй	Сунгах үеийн хэв гажих чадвар Δ , мм, ихгүй	Залгаасны эвдрэлийн дараах арматурын жигд харьцангуй суналт δ_p , %, багагүй
$\sigma_B F_S$	0,1	2
Тэмдэглэгээ: F_S - үйлдвэрлэгчийн норматив баримт бичиг дэх залгах арматурын хөндлөн огтлолын нэрлэсэн талбай; σ_B - үйлдвэрлэгчийн норматив баримт бичиг дэх залгах арматурын түр эсэргүүцлийн гологдсон утга Тайлбар: 1 Залгаасны хэв гажилт- арматурын хүчлэл $0,6\sigma_T(0,6\sigma_{0,2})$ үед залгаасны налархай хэв гажилтын утга. Энд $\sigma_T(\sigma_{0,2})$ - үйлдвэрлэлийн норматив баримт бичиг дэх физик эсвэл арматурын нөхцөлт хязгаарын урсгалтын гологдсон утга		

2 Шилбэ тус бүрт тодорхойлогдсон хамгийн их утга δ_p нь залгаасны суналтад туршсаны дараах залгаасны шилбэн арматурын жигд харьцангуй суналт δ_p болно.

К.3 Механик холбоост арматуртай төмөрбетон бүтээц

Төмөрбетон бүтээцийн арматурын механик залгаасыг 1 болон 2-р бүлгийн хязгаарын төлөвөөр тооцно.

К.3.1 Төмөрбетон бүтээцийн арматурын механик залгаасыг 1 болон 2-р бүлгийн хязгаарын төлөвийн тооцоог 8.1 болон 8.2 заалтаар гүйцэтгэнэ. Үүнд норматив $R_{s,n}$ болон тооцооны эсэргүүцэл R_s , харимхайн модуль E_s , механик залгааст арматурын ажлын нөхцөлийн илтгэлцүүрийг 6.2 дэд заалт харгалзах ангийн бүтэн шилбэн арматур мөн дараах нэмэлт заалтыг хэрэглэнэ.

-Эрээстэй механик залгаастай арматурын огтлолын тооцоонд, 2-р бүлгийн хязгаарын төлөвийн суналтын эсэргүүцлийн тооцооны утга $R_{s,ser}$ -д залгаасны налархайшилыг бодолцож багасгах илтгэлцүүр (зөвхөн залгах арматурт) $\gamma_m = 0,95$ заавал авна.

К.4 Бүтээцийн шаардлага

Бугуйвчан холбоос(муфт)-ын хэмжээ болон материалын шаардлага

К.4.1 Эрээсэн залгааст бугуйвчан холбоосыг 40, 45, 45Х, 45Г2 маркийн ган болон ГОСТ1050 стандарттай ижил гангаар бэлдэнэ. Хавчиж залгах бугуйвчан холбоосыг ГОСТ1050 стандартын 10, 15, 20 маркийн ган болон ГОСТ380 стандартын СТ.2 эсвэл Ст.3 гангаар бэлдэнэ.

К.4.2 Залгах арматур σ_B болон бугуйвчан холбоос (муфт) $\sigma_{B,M}$ -ын суналтын норматив түр эсэргүүцлийн утга тэнцвэртэй байх нөхцөлөөс бугуйвчан холбоосон залгаасын геометр хэмжээ хамаарна. Иймд залгах бугуйвчан холбоос (муфт)-ын үндсэн геометр хэмжээг К2 хүснэгтээс заавал авна. Тодорхой үйлдвэрлэлийн техникийн нөхцөлөөр заавал заасан туршилт судалгаагаар бугуйвчан холбоос (муфт)-ын залгаасны хэмжээг оновчлохыг зөвшөөрнө.

К.2 хүснэгт

Залгаасны төрөл	Бугуйвчан холбоос (муфт)-ын геометр хэмжээ, мм, багагүй		Шилбэн арматурын төгсгөл дэх эрээсний урт, мм, багагүй
	Урт L	Гадна голч D	
Цилиндр шахаж ховил гаргасан (накатанный) эрээстэй залгаас	$2,5 d$	$1,6 d$	d
Цилиндр зорсон эрээстэй залгаас	$2,3 d$	$1,5 d$	d
Конус эрээстэй залгаас	$3,3 d$	$1,4 d$	$1,4 d$
Хавчиж залгасан	$8 d$	$1,7 d$	$4 d$
Тэмдэглэгээ: d -бугуйвчан холбоосоор залгагдах шилбэн арматурын голч			

К.4.3 Эрээсэн залгаасны эрээсийн хэмжээс ГОСТ24705 заавал харгалзана. Механик залгаасны К.1 хүснэгтийн шаардлагад харгалзах нөхцөлд стандартын бус хэмжээтэй эрээс хэрэглэхийг зөвшөөрнө.

К.4.4 Хавсралт Л-ийг тооцсон хавчилтыг гүйцэтгэх аргаас хамаарч механикаар хавчиж залгах бугуйвчан холбоосон (муфт) залгаасыг тооцно.

Механик залгаасан арматуртай төмөрбетон бүтээцийн геометр хэмжээсэд тавих шаардлага

К.4.5 Механик залгаасан арматуртай төмөрбетон бүтээцийн геометр хэмжээс нь 10.2 заалтын шаардлага хангана.

Арматурлалын шаардлага

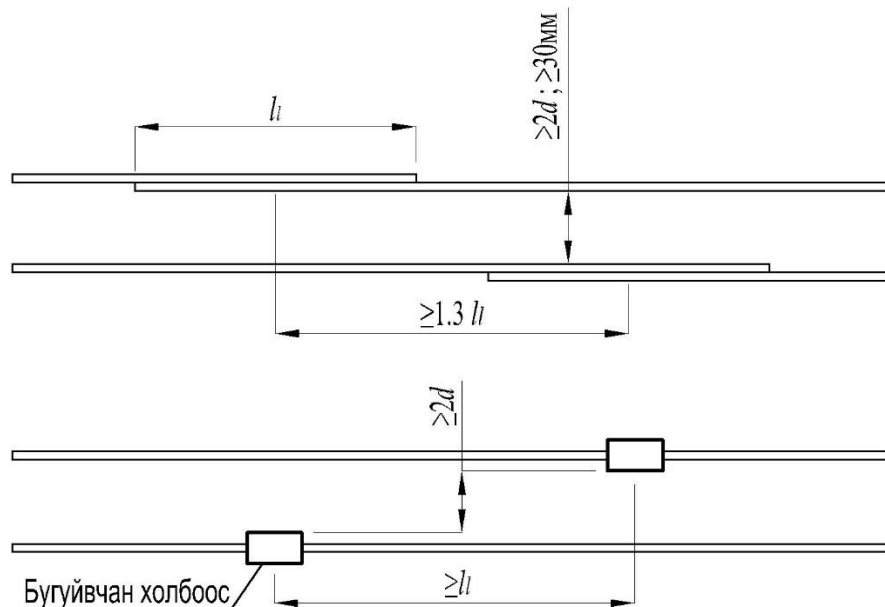
К.4.6 Механик залгаасан арматуртай төмөрбетон бүтээцийн арматурлал нь заавал 10.3 болон К.4.7 –К.4.10 харгалзах шаардлагыг биелүүлнэ.

К.4.7 Механик холбоосны тусламжтай залгасан арматурын залгаасны хамгаалалтын зузаан үе нь бугуйвчан холбоос (муфт)-ын ирмэгээс төмөрбетон элементийн гадарга хүртэл заавал 10.1 хүснэгтэд зааснаас багагүй байна.

К.4.8 Босоо төмөрбетон элементэд заавал дээд хучилтаас давхрын өндрийн $1/4 - 1/5$ бүсэд, гулзайлтын элементэд хамгийн их момент эсвэл арматурт хамгийн их үйлчлэх хүчлэлтэй бүсээс гадна арматурын механик залгаасыг хийнэ.

Нэг огтлол дахь ажлын суналт эсвэл шахалтын эржгэр арматурын механик холбоосны тусламжтай залгах тоо нь дагуу арматурын арматурлалын хувь $\mu_s \leq 3\%$ байхад 100% хүртэл зөвшөөрнө, бусад тохиолдолд 50%-с ихгүй байна. Залгасан арматуруудын залгаас хоорондын зайг залгах арматурын уртын дагуу зөрүүлж хэрэглэнэ (зөрүүлэг) (К.1 зураг).

К.4.9 Механик залгааст арматурын хамгийн бага цэвэр зай нь залгаас хийсэн тоноглолын овор хэмжээгээр тодорхойлогдох ба заавал $2d$ багагүй мөн 10.3.5 (К.1 зураг) зааснаас багагүй байна.



К.1 зураг. Зөрүүлэг залгаас болон механик холбоосны тусламжтай залгах шилбэний байршил.

К.4.10 Механик залгааст арматуран араг бүтээцэд механик залгаасгүй арматуртай араг бүтээцийн адил хөндлөн арматурыг хэрэглэнэ.

К.5 Чанарын хяналт

К.5.1. Арматур залгах механик холбоосны чанарын хяналтыг СП70.13330 болон К.5.2 – К.5.7. дагуу хийнэ.

К.5.2. Механик холбоосоор арматур залгах ажил үйлдвэрлэлд заавал дараах хяналтыг хийнэ:

- залгаас хийх бугуйвчан холбоос (муфт) болон тоног төхөөрөмжийн хяналт
- залгаас хийх үйлдвэрлэлийн процессын байнгын хяналт
- гэрчилгээт хяналт

К.5.3. Бугуйвчан холбоос (муфт) болон контргайк тус бүр заавал дэс дарааллыг заасан үйлдвэрлэлийн марклалтай байна. Үүнд: залгах элементийн төрөл, залгасан шилбэний голч болон цувралын дугаар эсвэл үйлдвэрлэгчийн тэмдэг.

Түүний бүрэн бүтэн байдлыг хангахаас эхлэн түүнийг хэрэглэх хүртэл арилахгүй будгаар, цахилгаан соронзон цэгэн цохилтод аргаар, завсарлагагүй хатуу хайлшин

зүүгээр шивэх эсвэл ГОСТ 7566-д харгалзах бусад аргаар маркийн тэмдэглэгээг бүх бугуйвчан холбоосонд тэмдэглэнэ.

К.5.4 механик холбоосны хяналтын чангалгааг ГОСТ 33530 –ын дагуу жил бүр заавал тохируулга хийсэн динамометр түлхүүр хэрэглэх шаардлагатай. Бугуйвчан холбоос (муфт) болон эрээст залгаасын конргайк чангалгааны хүчлэлийг шалгахдаа хяналтын хэсгийн 10%-аас багагүй залгаасны хяналтын чангалгааг шалгана. Залгасан хэсэг нь 500 ширхгээс хэтрэхгүй.

Механик залгаасны чангалгаанд зориулсан заавал байх түлхүүрийн хамгийн бага урт

- 12-18(19)мм голчтой арматурд – 0,3м;
- 20-28(29)мм голчтой арматурд – 0,5м;
- 32-40мм голчтой арматурд – 0,7м.

Эрээсэн холбоосны чангалгааны заавал байх хамгийн багагүй хэмжээг К.3 хүснэгтээс үз.

К.3 хүснэгт

Нэр	Үзүүлэлтүүд										
Шилбэн арматурын голч, мм	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Хамгийн бага чангалах момент, Н·м	30	65	95	120	145	175	200	215	240	265	280

К.5.5 Хавчсаны дараах хавчин залгах бугуйвчан холбоосны уртсалт нь заавал норматив баримт бичгийн залгаасны шаардлагад нийцнэ. Хяналтын уртсалтын утга өгөгдөөгүй бол заавал бугуйвчан холбоосны анхны уртын 8%-аас багагүй байна.

К.5.6 Бугуйвчан холбоос болон шилбийг орчны хур тунадас, бетон бохирдол, механик гэмтлээс хамгаалахын тулд тусгай хамгаалах хуванцар болон металл бөглөө болон таг хэрэглэнэ. Таглааг эрээс гаргасны дараа шилбэний төгсгөлд углана. Арматур шилбийг эрэгдэж оруулахаас өмнө бугуйвчан холбоосноос бөглөөг шууд сугална. Арматур бэлтгэх, тээвэрлэх болон талбайд буулгах мөн түүнчлэн үйлдвэрлэхэд заасан хамгаалалтын хэрэгслийг хэрэглэнэ.

К.5.7 Гагцхүү заавал энэхүү ажилд батламжтай хүнээр арматурын төгсгөлийг бэлтгэх болон түүний механик залгаасны тусламжтай түүнийг залгана.

Хавсралт Л

Механикаар хавчиж залгах бугуйвчан холбоосон (муфт) залгаасны тооцоо

Л.1 Механикаар хавчиж залгах бугуйвчан холбоосон (муфт) залгаасаар А400~А800 ангийн дурын голчтой арматурыг залгахыг зөвшөөрнө. Механикаар хавчиж залгах бугуйвчан холбоосон (муфт) залгаасыг гөлгөр арматурт хэрэглэхийг зөвшөөрөхгүй.

Л.2 Бугуйвчан холбоос (муфт)-ыг залгаасгүй халуунаар хэлбэржүүлэн эсвэл хүйтнээр нь сунган хэлбэржүүлсэн ган хоолой (ГОСТ8731 техникийн шаардлага мөн ГОСТ 8732 сортамент), эсвэл дугуй халуунаар цувьсан цувимлыг (ГОСТ535 техникийн шаардлага мөн ГОСТ 2590 сортамент) хэрэглэнэ. Бугуйвчан холбоосон (муфт) залгаасанд дараах материалын чанартай ганг хэрэглэнэ. Үүнд ГОСТ1050 стандартын 10, 15 маркийн ган, ГОСТ380 стандартын Ст2 эсвэл Ст3 ган. Бугуйвчан холбоосон (муфт)-д ГОСТ1050 стандартын 20 маркийн ганг зөвшөөрөх ба шахах төхөөрөмжийн нөөцийн бууралтыг тооцно.

Л.3 Хавчих залгаас заавал тэдгээрийн тодорхойлогдох бат бэх болон эвдрэлийн төлөвт харгалзана.

Л.3.1 Суналтад арматур ба бугуйвчан холбоосны залгаасны норматив түр эсэргүүцлийн утгад харгалзах, бат бэхийн тэнцвэрийн нөхцөлөөс олох F_M хавчих утгаар бугуйвчан холбоосон (муфт)-д хөндлөн огтлолын талбай тодорхойлогдоно.

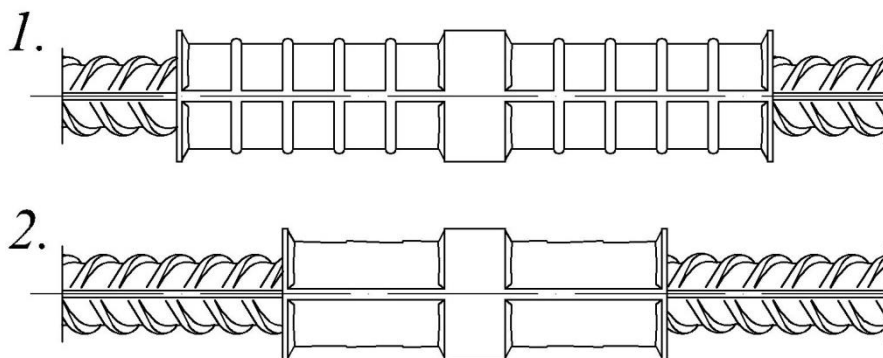
$$F_M = \frac{\sigma_{B,S} \cdot F_S}{\sigma_{B,M}} \quad (\text{Л.1})$$

Энд; $\sigma_{B,S}$, $\sigma_{B,M}$ -Бугуйвчан холбоос болон арматурыг үйлдвэрлэх стандартад харгалзах материалын түр эсэргүүцлийн утга

Л.3.2 Бугуйвчан холбоосны материалын орчны норматив утга $\sigma_{B,M}$ -г туршилтаар тодорхойлох бодит утгыг хэрэглэхийг зөвшөөрнө

Л.3.3 Бугуйвчан холбоосны залгаасны хавчих урт l_0 -ыг дараах нөхцөлөөр сонгоно:

- хавчих арга. Арматурыг бугуйвчан холбоосоор тасралтгүй болон завсартай бугуйвчан холбоосыг олон удаа хавчиж залгах (Л.1 зураг). Завсартайгаар хавчихдаа хавчилт бүрийг хоорондоо 2-оос 5мм хүртэлх зай үлдээж хавчина.
- Бугуйвчан холбоосны материалын шаардагдах хяргалтын хүчдэлийг хангах, А400 болон А500 ангийн арматурыг бугуйвчан холбоосонд хавчиж залгах хэсгийн залгаасны урт $5d_H$ ($2,5d_H$ -бугуйвчан холбоосны бүх талуудад)-ээс багагүй байна. Энд d_H - залгаж буй арматурын нэрлэсэн голч.



1. Завсартай хавчиж залгах,
2. тасралтгүй хавчиж залгах.

Л.1 зураг. Бугуйвчан холбоосонд хөдөлгөөнт багажаар олон удаа хөндлөн хэлбэржүүлж холбох хавчилтын залгаас.

Л.3.4 Тасралтгүй хавчиж залгах бугуйвчан холбоосны урт тодорхойлох томьёо

$$l_0 = (4,5 \cdot d_H + 4) \cdot 0,9, \quad (\text{Л.2})$$

Энд; d_H - сантиметр нэгжээр

Тасралтгүй шахаж хавчихдаа өмнөх хавчилтаас бага зэргийг давуулж дараагийн хавчилтыг хийнэ.

Л.3.5 Завсартай хавчиж залгах бугуйвчан холбоосны урт тодорхойлох томьёо

$$l_0 = (n \cdot l_i + (n-1) \cdot a + 4) \cdot 0,95, \quad (\text{Л.3})$$

Энд; n - хавчих шахуургын хавчилтын тоо

l_i - хавчих шахуургын нэг удаагийн хавчилтын өргөн, см, хэрэглэсэн төхөөрөмжийн ажлын толгойн (паунсон) өргөнөөс хамаарна.

a - хавчилт бүрийн хоорондын зай, см.

Л.3.6 Дараах нөхцөлөөр арматур залгах бугуйвчан холбоосны дотор голч сонгоно: Үүнд залгах арматур, бугуйвчан холбоос хоорондын нийлбэр завсар нь $d_{BH,M} - d_{MAX,S}$ мөн залгаж буй арматурын голчоос үл хамааран 4мм-ээс ихгүй байна.

Энд; $d_{BH,M}$ - бугуйвчан холбоосны дотор голч,

$d_{MAX,S}$ - иржгэрээр нь тооцсон арматурын хөндлөн огтлолын бодит хамгийн их овор хэмжээ

Л.3.7 Тэсвэршилийн шаардлага баталгаа нь арматур, бугуйвчан холбоос хоорондын бодит завсар болон хавчихаас өмнөх шилбэн арматурын бодит завсар $d_{BH,M} - d_{MAX,S}$ (арматурын голчоос хамааралгүй 2мм-ээс ихгүй байх)-аас хавчин залгах тэсвэршилийн баталгаа хангагдана.

Л.4 Хөндлөн хэв гажилтын хүчдэлийн утга эсвэл ашиглаж буй тоног төхөөрөмжөөс хамаарч хэрэглэх цоолборлогч (протяжка) нь хавчилтын дараа К.5.4-д харгалзах бугуйвчан холбоосны шаардагдах уртсалтыг заавал баталгаажуулна.

Л.5 Сонгосон бугуйвчан холбоосны геометр хэмжээс заавал дэс дараалалтай, заавал хэлбэр төрөл тус бүрээс 3 ширхгээс багагүй сорьц үлгэрийг суналтад туршиж шалгасан байна. Турших үлгэрүүдийн залгаас заавал К.1 хүснэгтийн харгалзах шаардлага хангана. Бугуйвчан холбоос (муфт)-оос шилбэн арматур сугарахыг хавчих холбоосны эвдрэлд зөвшөөрөхгүй. Бугуйвчан холбоос (муфт)-д нийт хавчсан хэсгийн хэмжээг багасгах, $4,5d_H$ -ээс бага утгатай байхыг зөвшөөрөхгүй.

Л.6 Сонгохдоо бугуйвчан холбоосны хананы зузааны заавал тооцно. Нимгэн хана нь иржгэр арматурыг тулж эсэргүүцэх бугуйвчан холбоосны хөшүүн чанарыг хангахгүй. Хэт зузаан ханатай бугуйвчан холбоосонд хавчих төхөөрөмжийн шахах хүчдэл чанартай хавчиж чадахгүй байж болно.

Л.7 Бугуйвчан холбоосны үзүүлэлт эсвэл зөвшөөрөгдөх хэмжээг бодит төхөөрөмж хэрэглэж бугуйвчан холбоосны зузаан хэсэг болон нийт уртаар залгаж бэлтгэсэн сорьцыг татан туршсаны үр дүнгээр засварласан тооцоогоор гаргана.

Л.8 Хавчин залгах бугуйвчан холбоосны геометр хэмжээг А800 болон түүнээс их ангийн арматурад заавал хавчих төхөөрөмжийн боломжийг туршсан туршилтыг үндэслэн тооцно.

Л.9 А400, А500, А600 ангийн арматурыг хавчин холбох 10 гангаар хийсэн бугуйвчан холбоос (муфт)-ын хэмжээг Л.1 хүснэгтэд үзүүлэв.

Л.1 хүснэгт

Залгах арматурын анги	Залгах арматурын голч d_H , мм	Залгаасны бугуйвчан холбоос (муфт)-ын геометрт хэмжээ		
		урт l_0 , мм	хананы зузаан t , мм	Гадна голч

		багагүй		$d_M^{\pm 2}$, мм
A400, A500	16	8d _H урт завсартай олон удаа хавчих	4,5	28,5
	18		5	32
	20		5,5	35
	22		6	39
	25		8	43,5
	28		9	49
	32		10	55,5
	36		11	62
	40		12	69,5
A600	16	9d _H урт завсартай олон удаа хавчих	6	32
	18		6,5	36
	20		7,5	40
	22		8,5	45
	25		10	48
	28		11	56
	32		12	63
	36		13	68
	40		14	75

Хавсралт М

Бетонтой барьцалдаагүй хүчитгэсэн арматуртай гулзайлтын элементийн тооцоо

М.1 Бетонтой барьцалдаагүй хүчитгэсэн арматуртай төмөрбетон бүтээц гулзайлтын элементийн босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийн тооцоог бүтээцийн уртын дагуу арматур жигд хэв гажилтад орохоор тооцно.

М.2 Бетонтой барьцалдаагүй хүчитгэсэн арматуртай төмөрбетон бүтээц гулзайлтын элементийн босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийн тооцоог 10.4.15 заалт, (8.3) нөхцөлийн ашиглалтын төлөвт хүлээн авч болох хязгаарын гулзайлгах моментын M_{ult} -ыг дараах томъёогоор тодорхойлно

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a) - R_s \cdot A_s \cdot (a_{sp} - a). \quad (M.1)$$

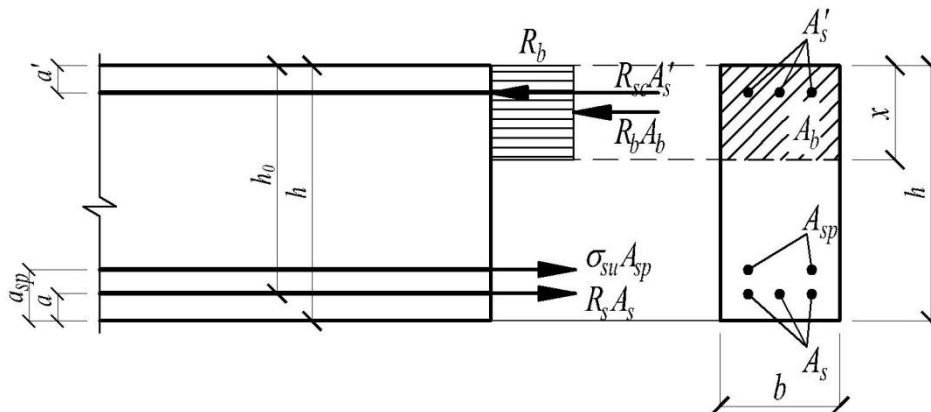
Шахалтын бүсийн өндөр x (М.1 зураг) болон арматурын урьдчилан хүчитгэсэн хүчдэл σ_s -ийг хамтарсан тэгшитгэлээр тодорхойлно:

$$R_b \cdot b \cdot x + R_{sc} \cdot A'_s - \sigma_s \cdot A_{sp} - R_s \cdot A_s = 0; \quad (M.2)$$

$$\sigma_s = 150 \cdot \left(\frac{0,4 \cdot h_0}{x} - 1 \right) + \sigma_{sp} \leq 0,85R_s, \quad (M.3)$$

Энд, σ_{sp} -алдагдал болон $\gamma_{sp} = 0,9$ -г бодолцсон арматурын урьдчилан хүчдэл.

Хэрвээ (М.3) томъёогоор олсон σ_s -ийн утга нь $0,85R_s$ -аас их бол шахалтын бүсийн өндрийг (М.2) томъёогоор тодорхойлохдоо $\sigma_s = 0,85R_s$ гэж авч тооцно.



М.1 зураг. Дагуу тэнхлэгт босоо (нормаль) огтлолд бетонтой барьцалдаагүй арматуртай урьдчилан хүчитгэсэн элементийн бат бэхийн тооцооны хүч, хүчдэлийн бүдүүвч.

М.3 Тавцангаар хахалтын бүс өнгөрөх гулзайлтын элементэд моментын утга M_{ult} -ыг бетоны шахалтын бүсийн хилийн байрлалаас хамааруулж тодорхойлно:

-Хэрвээ хил тавцангаар өнгөрөх буюу доор нөхцөл биелэх

$$\sigma_{s1} \cdot A_{sp} + R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b'_f \cdot h'_f + R_{sc} \cdot A'_s, \quad (M.4)$$

M_{ult} -н утгыг b'_f өргөнтэй тэгш өнцөгт огтлолоор тодорхойлно.

(М.2) томъёонд σ_{s1} хүчдэлийг (М.3) томъёогоор тодорхойл ба үүнд $x = h'_f$ гэж авна.

- Хэрвээ хил хавиргаар өнгөрөх, (М.4) нөхцөл биелээгүй бол M_{ult} -н утгыг (8.7) томъёогоор тодорхойлж, хамтарсан тэгшитгэл (М.3)-ийн шахалтын бүсийн өндрийг (М.5) болон $\sigma_s \leq 0,85R_s$ хязгаарлалтыг тооцно.

$$R_b \cdot b \cdot x + R_b \cdot (b'_f - b) \cdot h'_f + R_{sc} \cdot A'_s - \sigma_s \cdot A_{sp} - R_s \cdot A_s = 0. \quad (M.5)$$

М.4 Бетонтой барьцалдаагүй хүчитгэсэн арматуртай төмөрбетон бүтээц гулзайлтын элементийн босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийг 8.1 заалтаар тооцохыг зөвшөөрөх ба огтлолын дотоод хүчдэлийг тооцохдоо зөвхөн хүчитгээгүй арматурыг бодолцох, мөн урьдчилан хүчитгэсэн арматурын хүчдэлийг гаднаас шахах дагуу хүч гэж үзэн төвийн бус шахалтын элемент мэт томъёогоор тодорхойлно

$$N = N_p = \sigma_s \cdot A_{sp}. \quad (M.6)$$

(M.6) томъёоны σ_s -ийн утгыг доорх байдлаар тэнцүү гэж авахыг зөвшөөрнө

$$\sigma_s = \sigma_{sp} + 100, \quad (M.7)$$

Энд, σ_{sp} -нь (M.6) томъёог үз, МПа.

М.5 Бетонтой барьцалдаагүй хүчитгэсэн арматуртай төмөрбетон бүтээц гулзайлтын элементийн босоо (нормаль) огтлолын бат бэхийг 9.2.10-ийн дагуу урьдчилан шахалтын төлөвт тооцно.