

УДК 624.01

**ТЕМІРБЕТОН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ЕСЕПТЕУДІҢ ОТАНДЫҚ ЖӘНЕ
ЕУРОПАЛЫҚ НОРМАЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ**

Әбдімүтәліп Жәнібек Нұрланұлы

konizhan@mail.ru

7M07329 «Құрылыс» мамандығының 2 курс магистранты

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі - т.ғ.д., профессор Мұсабаев Т.Т.

Еліміздің жоғары басшылығының тапсырмасы бойынша Қазақстанда Еурокодтарды енгізу жүзеге асырылуда. «Кеңес заманынан бері қолданылып келе жатқан ескірген құрылыс нормалары мен ережелерінің (ҚНЖЕ) орнына Еурокодтар жүйесін енгізу»– бес институционалдық реформаны іске асырудағы 100 нақты қадам-Ұлт жоспарының 49-қадамы «Баршаға арналған қазіргі заманғы мемлекет» [1].

Еурокодтар тікелей қолдануға арналмаған және жергілікті жағдайларға бейімделуі тиіс. Бұл үшін олар қолданылатын әрбір елде еурокодтарға ұлттық қосымшалар әзірленеді, онда осы елге тән параметрлер (сандық мәндер) көрсетіледі, сондай-ақ Стандарттың ағылшын тілінен ұлттық тілге аударылуына байланысты туындаған дәлсіздіктер бойынша қосымша түсіндірулер, қолдану ерекшеліктері және өзге де ақпарат келтірілуі мүмкін [2].

Еурокодтарға ұқсас жаңа құрылыс нормалары (ҚР ҚН EN) жобалаушылар, мердігерлер, құрылыс материалдарын өндірушілер, тапсырыс берушілер және пайдаланушы ұйымдар арасында конструкцияларды жобалау процесін бірыңғай түсіну, ұзақ мерзімділік және үнемдеу аспектілерін қоса алғанда, механикалық қарсыласудың, орнықтылықтың және отқа

төзімділіктің қажетті талаптарына жауап беретін жобалаудың жалпы критерийлері мен әдістерін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Алайда, тәжірибелі инженерлер арасында Еуронормаларды енгізу және практикалық бейімдеу жобалаудың қалыптасқан инженерлік дәстүрін жеңуді талап етеді. Бұдан басқа, Еурокодтардың және жобалау бойынша отандық нормативтердің сәйкессіздіктеріне талдау және түзету жүргізу қажет. Анықталмаған параметрлердің бір бөлігі елеулі ғылыми негіздемені, зертханалық және заттай сынақтарды талап етеді.

Осы жиынтық Еуропалық Қоғамдастық стандарттары ретінде бекітілгеннен кейін EN жиынтықтың ішкі логикасы заңы күшіне енеді, темірбетонның теориясы мен практикасы жиынтықтың барлық талаптарын, еурокод қимасының деформациялық моделінің есептеу ережелерін дәл сақтау аясында дами бастайды.

Мысалы, темір-бетон бойынша еуропалық нормалар (А категориясының стандарттары) түрлі елдердің көрнекті ғалымдарының көптеген ғылыми әзірлемелері мен тәжірибесін, осы елдердің ұлттық нормативтерінің үздік бөлімдерін, негізгі гипотезалар мен жалпы қабылданған әдістерді дәлелді тұжырымдауды өзіне алды [3, 4].

Қазақстанда темірбетон құрастырылымдарын жобалау үшін бүгінгі күнге дейін ҚР ҚНЖЕ қолданылады 5.03-34-2005 «Бетон және темірбетон конструкциялары». Айырмашылықты анықтау үшін оны ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250) салыстыру қажет. Еурокод 2. Темір-бетон конструкцияларын жобалау [5].

Темірбетон конструкцияларын жобалау кезінде келесі есептеу түрлері қажет:

ҚНЖЕ бойынша: беріктігі бойынша бетон және темірбетон элементтерін есептеу, жарықтардың пайда болуы бойынша темірбетон элементтерін есептеу, жарықтардың ашылуы бойынша темірбетон элементтерін есептеу, деформациялар бойынша темірбетон элементтерін есептеу.

Еурокод 2 бойынша: пластикалық есептеу, сызықтық емес есептеу, осьтік жүктеме кезінде екінші ретті әсерлерді есептеу, икемді арқалықтардың бүйір (көлденең) тұрақсыздығы, алдын ала кернеулі элементтер мен конструкциялар, көтергіш қабілеті бойынша шекті жай-күйлер (бойлық күштің иілісі, көлденең күш, бұралу, басу, «кергіштер мен ауырлықтардың» үлгілері бойынша есептеу, анкерлеу және қабаттасуға қосылу, ішінара жүктелген алаңдар, шаршау), пайдалану жарамдылығы бойынша шекті жай-күй.

Біз кейбір коэффициенттерді салыстырамыз:

бетон бойынша сенімділік коэффициенті (ҚНЖЕ $\gamma_c = 1,3$, Еурокод 2 $\gamma_c = 1,5$), арматура бойынша сенімділік коэффициенті (ҚНЖЕ $\gamma_s = 1,15(A500)$, Еурокод 2 $\gamma_c = 1,15$).

Әрі қарай, иілу кезіндегі қалыпты қиманы есептеу моделінің принципін қарастырамыз.

1) ҚР ҚНЖЕ бойынша:

ҚР ҚНЖЕ бойынша нормативтік жүктеме мынадай формула және коэффициенттер бойынша айқындалады:

негізгі үй-жайлар: $q = 1,5kH/m^2$;

темірбетон конструкциясының өзіндік салмағы: $\delta = 200mm, g = 5kH/m^2$;

толық есептелген жүктеме: $(1,1g + 1,3q) = 7,45kH/m^2$.

Берілген аралықпен темірбетон конструкциясындағы есептеу сәті ҚНЖЕ-де келесідей есептеледі: $l = 6m : M = 7,45 * \frac{6^2}{8} = 33,5 kH * m$.

V25 бетонының стандартты классы, содан кейін коэффициенттер ҚНЖЕ бойынша келесідей анықталады: $R_{b,n} = 18,5MPa$;

бетонның таңдалған класы бойынша сенімділік коэффициенті: $\gamma_c = 1,3$;

содан кейін есептелген қарсылық: $R_b = 14,5MPa$.

ҚНЖЕ сәйкес арматура классы таңдалады - A400: $R_{s,n} = 400MPa$;

содан кейін арматура бойынша сенімділік коэффициенті: $\gamma_c = 1,15$;

содан кейін есептелген қарсылық: $R_s = 355MPa$.

Сығылған бетондағы күш: $F_c = b * x * R_b = 1,00 * x * 14500 = 14500xkH$.

Созылған арматурадағы күш: $F_s = A_s * R_s = 355000A_s kH$.

$$\text{Ал } F_c = \frac{F_s}{x} = \frac{355000 \cdot R_s}{14500} = 24,5 \cdot A_s \text{ м.}$$

Созылу биіктігі ҚНЖЕ сәйкес болады: $h_0 = h - a = 0,2 - 0,05 = 0,15 \text{ м}$

$$z = h_0 - \frac{x}{2} = 0,15 - 0,5x = 0,15 - 12,25 A_s$$

Қимамен қабылданатын сәт (арматура бойынша) ҚНЖЕ бойынша болады:

$$M_s = F_s \cdot z = 355000 A_s (0,15 - 12,25 A_s) = 53250 A_s - 4348750 A_s^2 = 39,44 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

$A_s = 7.92 = 0,000792 \text{ м}^2$ болғандықтан, арматураның көлденең қимасы арқылы қабылданған сәт ҚНЖЕ бойынша келесідей есептеледі:

$$M_s = F_s \cdot z = 53250 A_s - 4348750 A_s^2 = 53250 A_s - 4348750 A_s^2 = 39,44 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2) Еурокод 2 бойынша:

Еурокод 2 бойынша нормативтік жүктеме мынадай формула және коэффициенттер бойынша айқындалады:

$$\text{негізгі үй-жайлар: } q = 1,5 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{темірбетон конструкциясының өзіндік салмағы: } \delta = 200 \text{ мм, } g = 5 \text{ кН/м}^2;$$

$$\text{толық есептелген жүктеме: } (1,25g + 1,5q) = 8,5 \text{ кН/м}^2$$

Берілген аралықпен темірбетон конструкциясындағы есептеу сәті Еурокод 2 келесідей есептеледі: $l = \frac{6 \text{ м}}{8} = \frac{8,5 \cdot 6^2}{8} = 38.25 \text{ кН} \cdot \text{м.}$

Бетонның стандартты класы С25/30, содан кейін коэффициенттер ҚНЖЕ бойынша келесідей анықталады: $\frac{f_{ck}}{f_{ck,cube}} = \frac{25}{30};$

бетонның таңдалған класы бойынша сенімділік коэффициенті: $\gamma_c = 1,15;$

Еурокод 2-дегі есептік кедергі есептеуге қабылданбайды.

Содан кейін еурокод 2 бойынша арматура класы таңдалады - S400: $f_{yd} = 400 \text{ Мпа};$

арматурадағы сенімділік коэффициенті де болады: $\gamma_c = 1,15;$

содан кейін есептелген қарсылық: $f_y = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ МПа.}$

Сығылған бетондағы күш:

$$F_c = \frac{b \cdot 0,8 \cdot x \cdot 0,85 \cdot f_{ck}}{1,5} = \frac{1,00 \cdot 0,8 \cdot x \cdot 0,85 \cdot 30000}{1,5} = 13600 \cdot x \text{ кН.}$$

Созылған арматурадағы күш: шарт бойынша $F_c = F_s$

$$F_s = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{1,15} = \frac{A_s \cdot 40000}{1,15} = 348000 A_s \text{ кН.}$$

Созылу биіктігі еурокод 2 бойынша құрайды: $d = h - a = 0,2 - 0,05 = 0,15 \text{ м}$

$$z = d - 0,8 \cdot \frac{x}{2} = 0,15 - 0,4 \cdot x = 0,15 - 11,1 A_s$$

Қимамен қабылданатын сәт (арматура бойынша) Еурокод 2 бойынша құрайды:

$$M_s = F_s \cdot z = 355000 A_s (0,15 - 12,25 A_s) = 348000 A_s (0,15 - 11,1 A_s) \\ = 52200 A_s - 3862800 A_s^2$$

$A_s = 7.92 = 0,000792 \text{ м}^2$ болғандықтан, арматураның көлденең қимасы арқылы қабылданған сәт Еурокод 2 бойынша келесідей есептеледі:

$$M_s = F_s \cdot z = 52200 A_s - 3862800 A_s^2 = 38,9 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Осы екі есептеуді салыстыру нәтижесінде коэффициенттер мен белгілеулердегі, сондай-ақ есептеу нәтижелеріндегі айырмашылықтар шамалы деп қорытынды жасалады.

Бұл ретте ҚНЖЕ бойынша темірбетон конструкцияларын жүргізілген есептеулер нәтижесінде бағдарлануы тиіс басу кезінде пайдалану коэффициенті 0,49, ал Еурокод 2 бойынша - 0,41 құрайды. Сондай - ақ темірбетон конструкциясын ию кезіндегі ең төменгі көтергіштік қабілетінің ең жоғарғы сыртқы әсерге арақатынасы мыналардан аспауы тиіс: Еурокод 2 бойынша- 1,62; ҚР ҚНЖЕ бойынша - 1,35.

Еурокод 2-де құрылыста қолданылатын материалдар бойынша нормативтік мәндер қарастырылады, оларға таңдау және пайдалану кезінде сүйену керек.

Еурокодтарды қолдану жобалаушыларға құрылыс нормалары, соның ішінде ҚНЖЕ талаптарын орындау тәсілдері мен әдістерін таңдау еркіндігін береді. Сондықтан

Еурокодтарды енгізумен Қазақстан аумағында бүгінгі күні қолданыстағы жобалау саласындағы нормативтер жойылмайды. Олар жана Еурокодтармен бірге әрекет етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. План нации – 100 шагов. Современное государство для всех. Режим доступа: <http://apgazeta.kz/2015/05/20/plan-nacii-100-shagov-sovremennoe-gosudarstvo-dlya-vsex/>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. рус.;
2. Мусабаяев Т.Т., Санжаровский Р.С., Каюпов Т.К. О несоответствии моделей расчетов еврокода и норматива по железобетону // Вестник Казнииса №11(63): сб. науч. труд. междунар. науч.-практич. конф. «Современная строительная наука, состояние и перспективы развития», посвященную 85-летнему юбилею создания АО «КазНИИСА», г.Алматы, 25 ноября 2016 года, С. 14-17;
3. Беглов А.Д, Санжаровский Р.С. Теория расчета железобетонных конструкций на прочность и устойчивость. Современные нормы и Евростандарты.СПб: АСВ, 2006. 221 с.;
4. Гвоздев А.А. Расчет несущей способности конструкций по методу предельного равновесия. М. 1949. 280 с;
5. Таль К.Э. О совершенствовании нормируемых методов расчета железобетонных конструкций. // Бетон и железобетон, 1977. №5. С. 20-21.