

ПІДВИЩЕННЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Є.В. Доронін, О.А. Стельмах
(Академія цивільного захисту України, Харків)

У статті розглядаються різні заходи щодо підвищення надійності будівельних комплексів за рахунок конструктивних змін та використання різних матеріалів.

будівельний комплекс, підвищення протипожежної надійності

Вступ. Гармонізація нормативної бази будівельного комплексу України з Єврономами призвела до переходу на нові види арматур для залізобетонних конструкцій відповідно до розробленого нового стандарту України ДСТУ 3760-98 [1] і розробці методик розрахунку залізобетонних конструкцій по деформаційній моделі. Урахування реальних законів деформування бетону й арматури при нагріві дозволив розробити нові методики розрахунку залізобетонних конструкцій, установити ряд особливостей їхньої роботи при нагріві, уточнити оцінку їхньої вогнестійкості й залишкової міцності.

У нових нормативних документах, що розроблюються в Україні, Росії, Білорусії та використовуються у країнах Європейського співтовариства розрахунок міцності по нормальних перетинах залізобетонних конструкцій при дії згинальних моментів і поздовжніх сил проводиться на основі деформаційної моделі.

Деформаційна модель для розрахунку міцності включає рівняння рівноваги зовнішніх і внутрішніх сил у нормальному перетині, рівняння розподілу деформацій у бетоні й арматурах по гіпотезі плоских перетинів, рівняння, що визначають нелінійні зв'язки між напругами й деформаціями бетону й арматури [2]. Досвід показав доцільність використання цієї методики й при оцінці вогнестійкості залізобетонних елементів.

До залізобетонних елементів, що згинаються, відносяться однопрогонові плити, панелі й настили перекриттів балкового типу, а також балки й прогони при одномірному нагріві. За методикою випробувань на вогнестійкість обігрів цих елементів проводиться знизу. Тому зменшення їхньої несучої здатності відбувається в основному за рахунок зниження міцності розтягнутої арматури, що нагрівається. При однобічному нагріві знизу статично визначені конструкції руйнуються в результаті

зниження нормативного опору арматури розтягання до критичного значення $\gamma_{st,cr}R_{sn}$. Зниження міцності стислої зони бетону й стислої арматур у розрахунку не враховується через незначність їхнього нагріву. Визначення вогнестійкості в цьому випадку зводиться до визначення критичної температури розтягнутих арматур $t_{s,cr}$, при якій досягається граничний стан по несучій здатності в процесі нагріву.

При нагріві діаграми стану арматури стають тривимірними в просторі $\sigma_s, \varepsilon_s, t_s$ (рис. 2). На основі аналізу численних даних у Методичних рекомендаціях НДІЗБ [3] побудовані діаграми стану арматурних сталей, що застосовуються у будівництві, у тому числі нових класів, за винятком сталі класу А500С, що отримала широке розповсюдження. Діаграми побудовані у відносних координатах $\sigma_{sn,t}/R_{sn} - \varepsilon_{sn}$ для різних t_s . При роботі із цими діаграмами величину $\sigma_{sn,t}/R_{sn}$ не слід ототожнювати з коефіцієнтом умов роботи розтягнутих арматур $\gamma_{st,cr}$, що характеризує зниження при нагріві нормативного опору R_{sn} при нагріві і являє собою просторову криву, а не всю поверхню діаграми.

Діаграма стану арматури у двох проекціях, яка зручна для проведення розрахунків, показана на рис. 1.

В умовах пожежі конструкція руйнується під впливом моменту від нормативного навантаження M , що вигинає. Дорівнюючи $M_{u,t}$ моменту M , одержимо:

$$\gamma_{st,cr} = (M/h_0A_sR_{sn}) / (1 - M/2b \cdot h_0^2R_{bn}). \quad (1)$$

По величині критичного значення коефіцієнта умов роботи арматури $\gamma_{st,cr}$ залежно від класу арматур визначають критичну температуру нагріву арматури t_{cr} , при якій настає край вогнестійкості по втраті несучої здатності. Для арматур класу А500С ця температура визначається по формулі (3). Межу вогнестійкості знаходять із теплотехнічного розрахунку прогріву бетону, приймаючи критичну температуру нагріву арматури рівній температурі бетону на рівні її центра ваги.

Для арматур А500С:

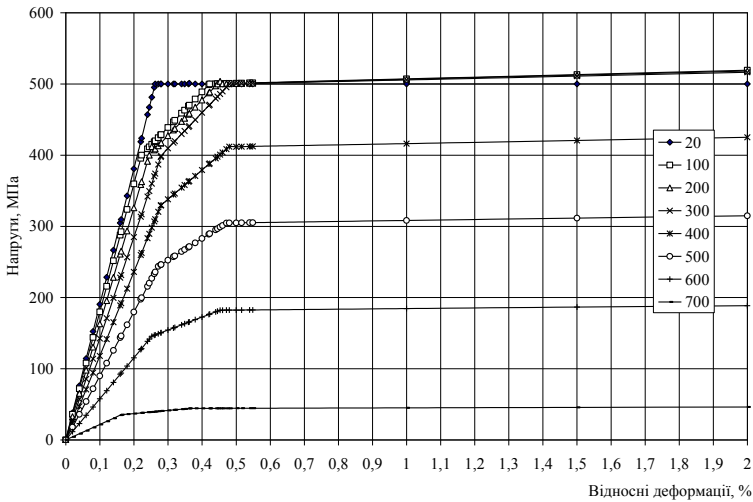
$$\gamma_{ST} = -1,55 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - 7,4457 \cdot 10^{-4} \cdot T + 1,369; \quad (2)$$

$$T_{ST} = -935,65 \cdot \gamma_{ST}^3 + 1470,8 \cdot \gamma_{ST}^2 - 1045,3 \cdot \gamma_{ST} + 804,46; \quad (3)$$

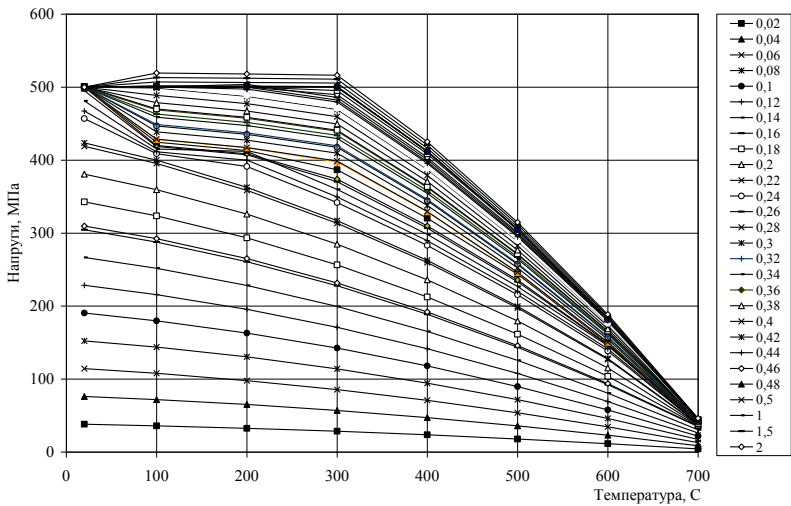
$$\beta_{ST} = -1,01 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - 5,7844 \cdot 10^{-4} \cdot T + 1,01413. \quad (4)$$

За значеннями критичної деформації арматури $\varepsilon_{s,cr}$ і ступеня її навантаження $\gamma_{st} = \sigma_{sn,t}/R_{sn}$, з діаграм стану арматури $\sigma_s - \varepsilon_s$ знаходять критичну температуру нагріву арматури $t_{s,cr}$. При цьому коефіцієнт γ_{st} , визначають по формулі

$$\gamma_{st} = \frac{bh_0R_{bn}}{A_sR_{sn}} \left(1 - \sqrt{1 - 2 \frac{M_n}{bh_0^2R_{bn}}} \right). \quad (5)$$



а



б

Рис. 1. Дволінійна діаграма стану арматури класу А500С:
 а – проєкція діаграми стану арматури на площину $\sigma_s - \epsilon_s$
 б – проєкція діаграми стану арматури на площину $\sigma_s - t_s$

За значенням γ_{st} обчислюють діючу в розтягнутих арматурах напружку $\sigma_{st} = \gamma_{st} \cdot R_{sn}$. Далі по діаграмах стану, наприклад, для арматур класу А500С (рис. 1) на перетинанні ординати σ_{st} й абсциси $\epsilon_s = \epsilon_{s,cr}$ визначають приналежність діаграми до певної температури. Або, що більш

зручно в деяких випадках, температура визначається по залежності “напруги – температура” (інша проекція діаграм стану). При розрахунках на ПК ця процедура програмується по відповідних формулах (рис. 2).

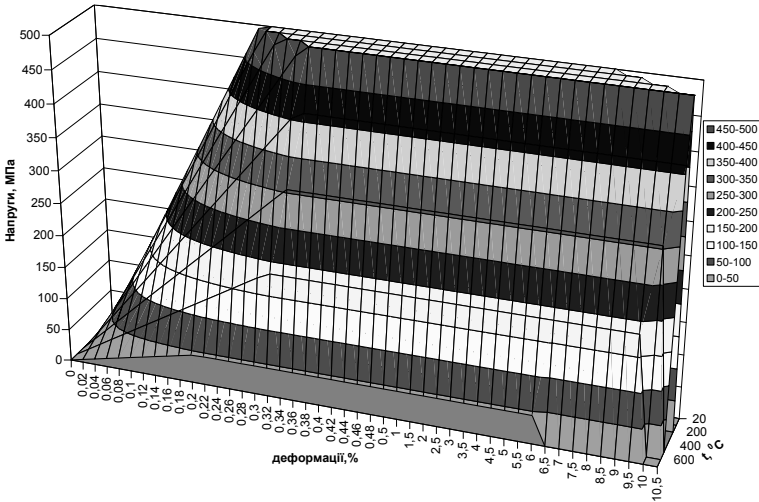


Рис. 2. Діаграма стану арматури А500С

Аналогічно задача вирішується при визначенні межі вогнестійкості в плитах армованих різними класами сталей. Обчислюють середню критичну деформацію розтягнутих арматур $\epsilon_{s,cr,m}$, потім середній коефіцієнт використання арматури $\gamma_{st,m}$, по яких і діаграмам стану арматури визначають середню критичну температуру $t_{s,cr,m}$ і межу вогнестійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3760-98. “Прокат арматурний для железобетонных конструкций. Общие технические условия.” Госстандарт Украины. – 1998. – 20 с.
2. Звездов А.И., Залесов А.С., Мухамедиев Т.А., Чистяков Е.А. Расчет прочности железобетонных конструкций при действии изгибающих моментов и продольных сил по новым нормативным документам // Бетон и железобетон. – М.: Лада, 2002. – Вып. 2 (515). – С. 21 – 22.
3. Методические рекомендации по расчету огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. – М.: ГУП «НИИЖБ», 2000. – 92 с.

Надійшла 22.02.2005

Рецензент: доктор технічних наук, професор І.Г. Черванев,
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна.