

СТІЙКІСТЬ СТАЛЕБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ (БАЛОК) В УМОВАХ ПОЖЕЖІ

О.І. Башинський

Львівський Державний університет безпеки життєдіяльності
М.З. Пелешко

Львівський Державний університет безпеки життєдіяльності
Т.Г. Бережанський

Львівський Державний університет безпеки життєдіяльності

Існують нові нормативні документи, що стосуються розрахунків та проектування бетонних та залізобетонних конструкцій, які наближають національну нормативну базу до європейських стандартів. Зупинимось детально на питанні розрахунку несучої здатності похилих перерізів залізобетонних згинальних елементів із стержневою та стрічковою поздовжньою арматурою з вертикальними поперечними стержнями (хомутами) і за відсутності поздовжніх сил.

В багатьох європейських країнах світу методи розрахунку несучої здатності похилих перерізів принципово відрізняються. Один з підходів базується на аналогіях, які розглядають залізобетонний елемент як розкїсну ферму чи арку. Саме метод фермової аналогії і ввійшов в основу європейських норм. В іншому підході, який використовують в США та Канаді застосовано метод критичної тріщини. Принципово новим підходом є метод кінцевих елементів, що враховує процес тріщиноутворення на напружено-деформований стан похилого перерізу. У нашій країні для оцінки міцності похилих перерізів використовувався метод граничної рівноваги [4]. Саме такий підхід давав змогу без усяких умовностей та аналогій описати реальну роботу елементів і визначити несучу здатність за максимальними зусиллями, що діють на стадії руйнування.

Згідно з [1], розрахунок несучої здатності похилих перерізів залізобетонних елементів пропонується виконувати на основі загальної деформаційної моделі з урахуванням плоского напруженого стану, але в [2] наведена лише методика, що базується на використанні «фермової» моделі. В основі цього методу лежить аналогія між роботою розкїсної ферми та залізобетонного елемента, що працює на сприйняття поперечних сил, де верхній пояс ферми утворює бетон стиснутої зони, нижній – розтягнуту арматуру. Цей метод не враховує реального напружено-деформованого стану залізобетонного елемента і дуже наближено визначає зусилля в бетоні та арматурі.

Для аналізу розрахункового апарату нових нормативних документів було пораховано 8 залізобетонних балок із стержневою

арматурою та 8 балок-близнюків із стрічковою арматурою з рифленою поверхнею. Усі балки були виготовлені на високоміцному важкому бетоні без попереднього напруження з кроком поперечної арматури 90 мм та 120 мм. Проліт балок – 2000 мм, довжина – 2300 мм, ширина – 120 мм, висота – 240 мм. Плечі прикладання сил коливалися від $1,5d$ до $3,5d$.

Як показав аналіз розрахунків, згідно з [1], та порівняння їх з результатами експериментальних даних (загалом 16 зразків), методика [2] занижує несучу здатність похилого перерізу в 1,4–3 рази, особливо велика розбіжність виникає при малих плечах зрізу $1,5d$. Із збільшенням плеча зрізу значення експериментальних та теоретичних результатів зближуються, хоча варто зазначити, що в більшості випадків при визначенні θ його значення було меншим за граничне $21,8^\circ$, тому доводилось в розрахунках приймати максимально-можливе $\cot \theta = 2,5$. Такі великі розбіжності між теоретичними та дослідними результатами не дозволяють говорити про якісну оцінку несучої здатності сталобетонних балок, оскільки ця методика дає неточну оцінку усіх залізобетонних елементів незалежно від виду поздовжнього армування.

Якщо говорити про оцінку несучої здатності за [4], то розбіжність між теоретичними та експериментальними даними не перевищувала 15%. Хоча інколи несуча здатність за [4] давала завищені результати у порівнянні з дослідними даними.

Оцінку межі вогнестійкості залізобетонних елементів сьогодні проводять використовуючи [5]. В основу методики покладено оцінювання вогнестійкості конструкцій за допомогою таких підходів:

- розгляд сценаріїв реальної пожежі;
- розгляд сценаріїв умовної пожежі;
- розрахунок вогнестійкості.

Під час розрахунку вогнестійкості необхідно брати до уваги несучу здатність, цілісність та теплоізолювальну здатність. Для цього необхідно розрахувати або отримати експериментальні дані щодо реакції елемента (конструкції) на тепловий вплив. Для розрахунку потрібна інформація щодо теплопередачі від вогню до елемента (конструкції).

У разі використання в розрахунках стандартного температурного режиму слід застосовувати відповідні коефіцієнти конвекційного і радіаційного теплообміну, які відповідають умовам, що мають місце при цих випробуваннях. Для інших моделей вогневого впливу (наприклад, вуглеводнева і тліюча пожежі) слід використовувати відповідний коефіцієнт теплообміну.

Оцінити цілісність інколи складно, оскільки для цього потрібна інформація, наприклад, щодо можливості появи тріщин та наскрізних

отворів, що розвиваються в елементі, яку часто можна визначити лише проведенням випробування на вогнестійкість.

Дослідження відмінностей в роботі сталобетонних та залізобетонних балок, перекриттів, ригелів проводилось на горизонтальній вогневій установці Науково-дослідного інституту бетону і залізобетону (м. Москва) [3]. При проведенні експериментів було встановлено, що в сталобетонних балках втрата несучої здатності проходить незалежно від наявності вогнезахисту зовнішнього армування по нормальному перерізі в результаті дроблення бетону стиснутої зони.

Середнє значення межі вогнестійкості сталобетонних балок без вогнезахисту зовнішнього армування становить 24 хвилини, а з вогнезахистом – 45 хвилин. Вогнезахисне покриття ОВПН-1 товщиною 5 мм в повітряно-сухому стані сповільнює прогрів стрічкового армування до критичної температури 624...645⁰С, що в 1,9 раз більше порівняно з балками без вогнезахисту. Вогнестійкість балок-аналогів з стержневим армуванням така ж, як і у сталобетонних з вогнезахисним покриттям і становить в середньому 48 хвилин.

Висновки:

1. Метод фермової аналогії, має багато недоліків. В розрахунках не враховано ряд важливих факторів, які суттєво впливають на несучу здатність похилих перерізів залізобетонних елементів. Отже метод фермової аналогії потребує подальшого вдосконалення або впровадження інших підходів до розрахунку несучої здатності похилих перерізів.

2. Сталобетонні балки з зовнішнім стрічковим армуванням у відповідності з вимогами [5] можна застосовувати в будівництві для елементів покриття у всіх будівлях крім I, II ступенів вогнестійкості і для несучих конструкцій перекриттів – у всіх будівлях крім I, II, III ступенів вогнестійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення».
2. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування».
3. Клименко Ф.Е., Демчина Б.Г., Добрянський І.М. Дослідження вогнестійкості сталобетонних балок з зовнішнім штабовим армуванням // Вісник, ЛПІ - № 252 Львів.1991.
4. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989
5. ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»