

МІЦНІСТЬ БОЛТОВОГО ВУЗЛА КРІПЛЕННЯ БАЛКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИ ПОЖЕЖІ

Порока С.Г.

Васильченко О.В., НУЦЗУ, ст. викладач, к.т.н., доцент

Вважається, що руйнування згинальної статично визначеної будівельної конструкції (з шарнірним закріпленням) відбувається через утворення пластичного шарніра в пролітній частини, а руйнування статично невизначеної конструкції – із-за утворення пластичних шарнірів у пролітній частині і на опорах.

Для розрізного згинального елемента з верхнім обпиранням і болтовим кріпленням приймається шарнірна схема закріплення. Тобто мається на увазі, що на опорах, незважаючи на надійність кріплення можливі мікропереміщення згинального елемента. Його допустимий прогин в нормальних умовах забезпечується власною жорсткістю елемента. Це означає, що при досягненні в пролітній частини 3 стадії напружено-деформованого стану (а значить і утворення пластичного шарніра) не можна очікувати автоматичного утворення пластичних шарнірів на опорах. Вони з'являться після вичерпання несучої здатності болтового з'єднання. Можна очікувати, що при нагріванні згинального елемента під час пожежі і досягненні критичної температури збільшиться прогин елемента за рахунок пластичної деформації, що викличе збільшення напруги в анкерних болтах на опорах і освіта в цих місцях пластичних шарнірів.

Для перевірки припущення в якості прикладу обрано рівномірно навантажену балку з верхнім обпиранням на колону і болтовим кріпленням двома анкерними болтами М64 із сталі ВСт3кп2 по ГОСТ 535-88. Прийнято: розрахунковий опір на розрив $R_{ba}=185$ МПа і на зріз $R_{bc}=145$ МПа, згинальний момент $M_m=166$ кН·м, плече спирання балки на оголовок колони $l_N=150$ мм, допустимий відносний прогин балки $\Theta = 0,005$.

Зусилля, що викликає в болті напругу, можна розкласти на складові: P_N – уздовж осі болта (розтягнення) і P_C – перпендикулярно осі (зріз). Причому, ці зусилля будуть змінюватися в залежності від прогину балки.

У відповідності з вказівками СНиП 2.03.01-84, а також з умови рівноваги можна знайти напруги розтягування (σ_N) та зрізу (τ_C) в болті:

$$\sigma_N = \frac{P_N}{A} = \frac{4M_m}{l_N(1+4\Theta^2)n\pi d^2}; \quad (1)$$

$$\tau_c = \frac{P_c}{A} = \frac{8M_m \Theta}{l_N n \pi d^2}, \quad (2)$$

де A – сумарна площа перерізу болтів, см^2 ; n – кількість болтів; d – діаметр болта, мм; Θ – відносний прогин балки. Результати обчислень показані в табл. 1.

Далі, можна визначити коефіцієнти зниження міцності болтів при підвищенні температури (γ_T) для різних значень відносного прогину балки.

Для напруги розтягування:

$$\gamma_T = \frac{M_m}{l_N (1 + 4\Theta^2) AR_{ba} \gamma_c}. \quad (3)$$

Для напруги зрізу:

$$\gamma_T = \frac{2M_m \Theta}{l_N AR_{bc} \gamma_c}, \quad (4)$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи, $\gamma_c=1$. Результати обчислень показані в табл. 1.

Табл. 1. Напруги і критичні температури в анкерних болтах при різних значеннях відносного прогину балки

Відносний прогин, Θ	При роботі на розтяг			При роботі на зріз		
	$\sigma_N, \text{кН/см}^2$	γ_T	$t, ^\circ\text{C}$	$\tau_c, \text{кН/см}^2$	γ_T	$t, ^\circ\text{C}$
0,005	17,20	0,91	170	0,17	0,012	700
0,01	17,19	0,89	180	0,34	0,024	700
0,05	17,03	0,77	300	1,72	0,12	690
0,1	16,54	0,66	450	3,44	0,23	640

Обчисливши значення коефіцієнтів зниження міцності болтів, можна визначити температури (t), при яких досягаються граничні опори на розрив і зріз в опорному вузлі при різних значеннях відносного прогину балки.

Наведений приклад показує, що при верхньому обпиранні балок на колону в розрахунковому болтовому кріпленні при експлуатаційних температурах пластичний шарнір не утворюється при відносному прогині балки, що значно перевищує допустимий. У разі ж прогріву вузла з'єднання до температури $170\text{ }^\circ\text{C}$ навіть при допустимому відносному прогині утворюється пластичний шарнір, що обумовлює втрату несучої здатності балки.

Отже, при пожежі досягнення критичної температури в пролітної частини згинального елемента призведе до руйнування конструкції, лише якщо вузол кріплення навіть порівняно мало нагрівається, тобто не забезпечено його вогнезахист.