

МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ТА ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Халік Наро

Київський національний університет будівництва і архітектури

У останні роки спостерігається підвищений інтерес до експериментальних досліджень впливу високих температур на міцність зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних конструкціях. Це обумовлено розширенням номенклатури виробництв з підвищеним виділенням тепла (заводів, атомних і теплових електростанцій, ємкостей для зберігання гарячих продуктів тощо).

У ранніх дослідженнях зазначеної проблемі зразки нагрівали та деякий час витримували при фіксованій підвищеній температурі. Потім зразки охолоджували до температури оточувального середовища та випробували на висмикування, тобто визначали залишкову міцність зчеплення арматури з бетоном після дії певної високої температури. Сьогодні при випробуваннях зразки перед дослідженнями на висмикування не охолоджують, а випробують при заданій температурі.

На рис. 1...7 наведено діаграми впливу різних факторів на зчеплення арматури з бетоном у залізобетонних елементах.

У процесі досліджень варіювалися такі фактори: склад бетонної суміші, вид заповнювача; умови зберігання, форма, діаметр і вид поверхні сталевих арматур; вид арматури у залежності від складу і технології виготовлення; форма зразку; умови проведення експерименту [1, 2, 3].

За результатами експериментальних досліджень встановлено:

1. Склад бетону, у тому числі і витрати цементу, у певному ступеню впливають на міцність зчеплення арматури з бетоном (рис. 1). Однак чітку залежність між складом та зменшенням міцності зчеплення встановити не вдалося.

При нагріванні зразку до 40...500 С міцність зчеплення спочатку може збільшитися до 20 %, а потім різко спадає більш ніж навіпіл у процесі нагрівання до 100...3000 С.

Вплив витрати цементу на зменшення міцності зчеплення зразків – незначний. Не встановлено також залежності спаду міцності зчеплення від водоцементного відношення.

2. Вплив діаметра арматурного стержня на міцність зчеплення (рис. 2, 3, 4) відмічається у межах 20 % лише до температури 2000 С. при цьому для більших діаметрів арматури спостерігають більш інтенсивне зниження міцності зчеплення. При температурі, вищій за 6000 С, зчеплення арматури з бетоном практично повністю зникає.

3. Форма профілю арматурного стержня суттєво впливає на міцність зчеплення (рис. 2, 3, 4, 5) тільки при збільшенні висоти ребра більше, ніж на 0,2 м (криві 2 і 3 на рис. 5). При більш низьких ребрах жорсткої поверхні міцність зчеплення арматури з бетоном для різних сталей при високих температурах майже не змінюється (криві 4 і 5 на рис. 5).

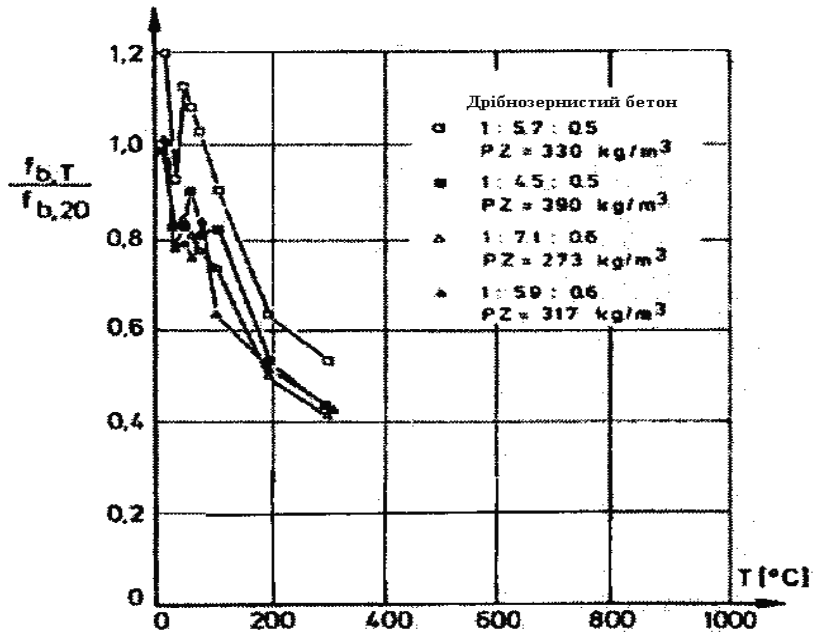


Рис. 1. Відносна міцність зчеплення гладенької арматури з бетонами різних складів при змінній температурі

Умовні позначення: Склад бетону: Цемент : Пісок : Щебінь; PZ – витрати цементу; $f_{b,T}$ – міцність зчеплення при $t = 200$ C; $f_{b,20}$ – міцність зчеплення при температурі T0C.

Умови проведення експерименту: $T = 200$ C; $W = 65$ %, після 90 діб витримки зразків

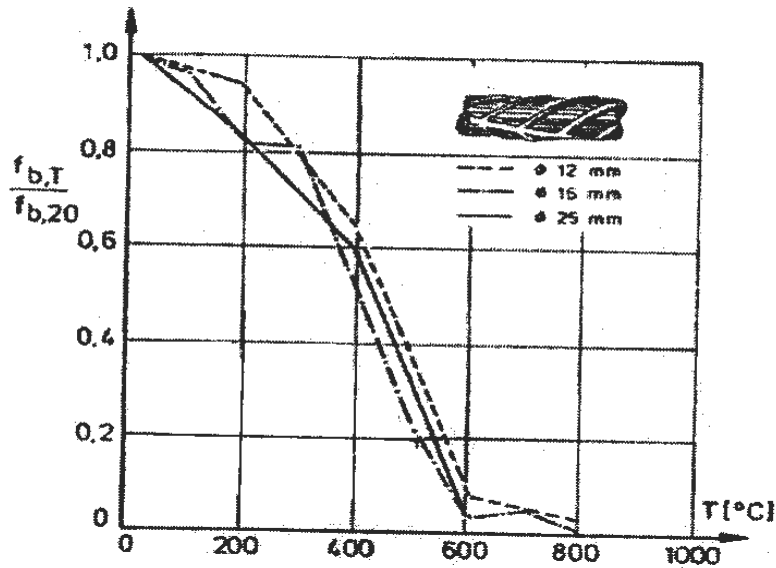


Рис. 2. Відносна міцність зчеплення арматури періодичного профілю з бетоном при різних температурах.

Досліди проведено у віці бетону 28 діб

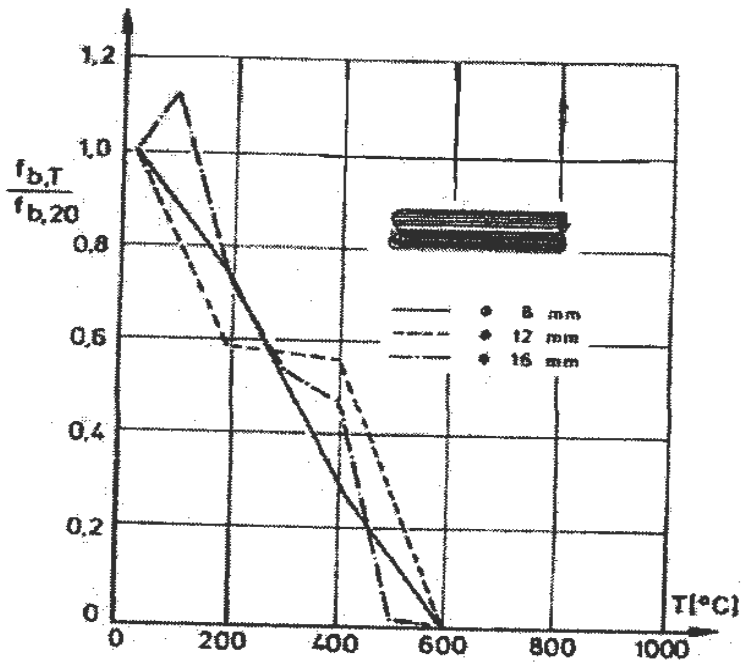


Рис. 3. Вплив діаметра гладенької арматури на міцність зчеплення з бетоном при різних температурах.
Досліди проведено у віці гідротехнічного бетону 28 діб

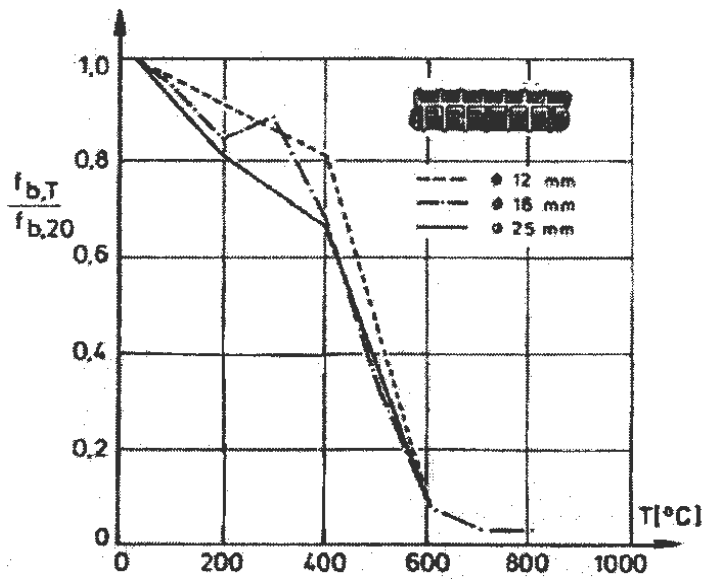
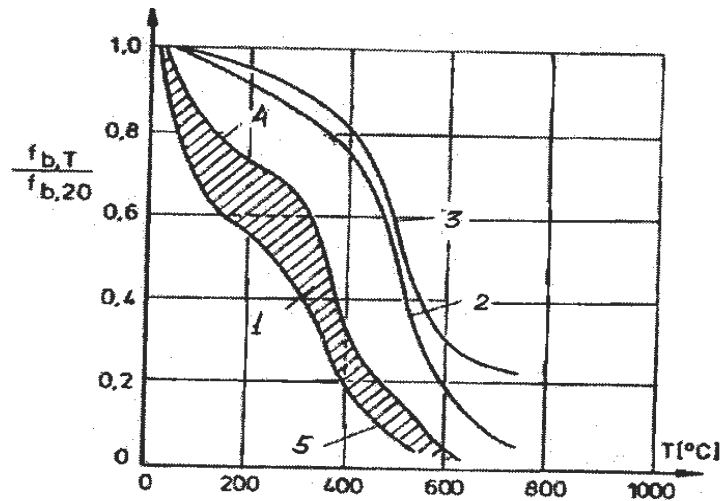


Рис. 4. Вплив діаметра періодичного профілю на відносну міцність зчеплення з бетоном при різних температурах.
Досліди проведено у віці гідротехнічного бетону 28 діб



- 1 – Армура гладенька BSt 220/340 GU; $l_v = 40$ і 80 мм; $d_e = 18$ мм і 16 мм.
 2 – Високоміцний арматурний дрiт St 1500/1700 з $l_v = 80$ $d_e = 16$ мм;
 3 – Армура періодичного профiлю BSt 420/500 RK; $l_v = 80$ $d_e = 16$ мм;
 4 – менший діаметр; 5 – більший діаметр.

Бетон – з крупним заповнювачем з гальки складу 1:5,4:0,5; $f_{b,20} =$ від 51 до 64 Н/мм².

Рис. 5. Вплив виду поверхні армури на міцність зчеплення з бетоном при різних температурах

Аналогічні результати отримано для критичних температур. На рис. 6 наведено залежності ступеню зниження міцності зчеплення для різних критичних температур при використанні різних видів сталей.

4. Встановлено, що вид заповнювача спричиняє найбільший вплив на міцність зчеплення при підвищених і високих температурах (рис. 7). Досліди свідчать про те, що міцність висмикування з підвищенням температури починає суттєво залежити від міцності бетону на стиск. Чим нижче міцність на стиск, тим помітніше зниження міцності, особливо після 400 °С.

5. Умови зберігання зразків впливають на міцність зчеплення при досягненні температури 400 °С. Зберігання зразків у вологих умовах знижує міцність зчеплення у порівнянні зі зразками, які зберігалися в умовах сухого середовища.

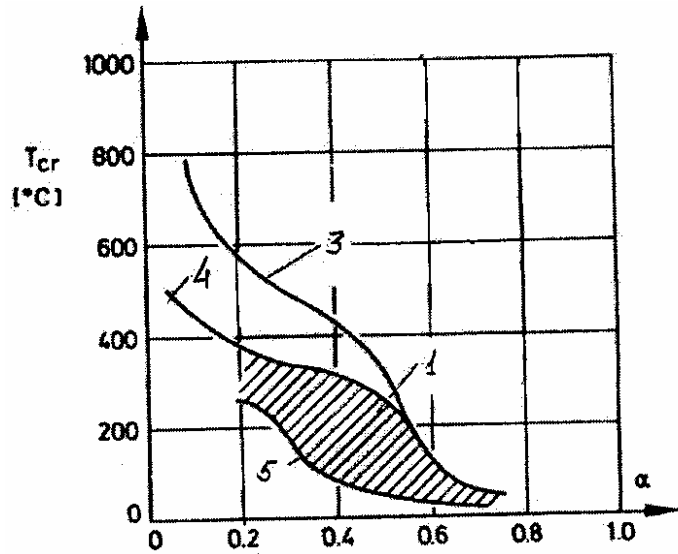
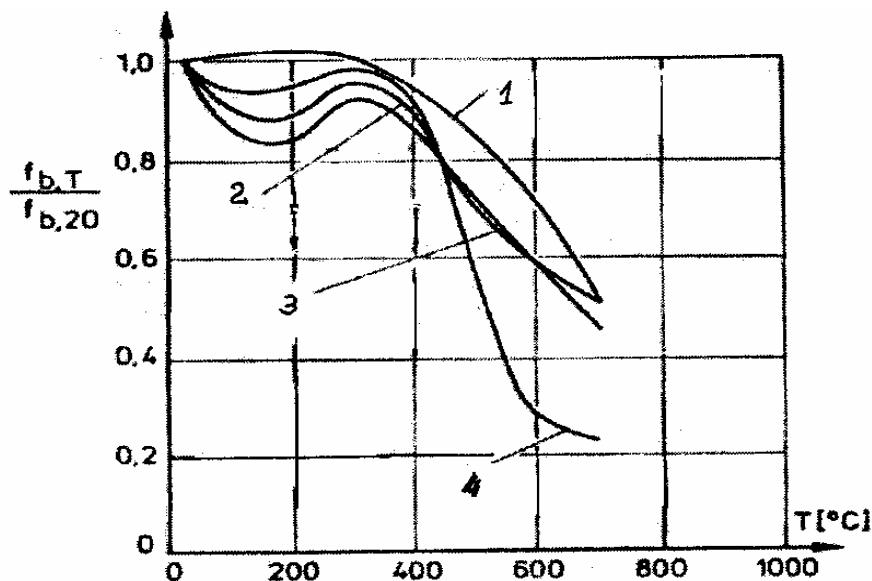


Рис. 6. Вплив критичної температури на залишкову міцність зчеплення армури з бетоном.
 Умовні позначення – див рис. 5

6. Параметри зчеплення суттєво залежать від способу випробування і форми зразка. Встановлено, що випробування на висмикування конусних зразків [3] показують майже у 2 рази більшу міцність зчеплення у порівнянні з циліндричними зразками [2].



- 1 – бетона на вапняному заповнювачі: 1:7,82;0,89; $t_{c,20}=38 \text{ N/mm}^2$;
 2 – бетон на заповнювачі з керамзитового гравію: 1:2,28:0,81; $t_{c,20}=33,0 \text{ N/mm}^2$;
 3 – бетон на заповнювачі зі спученого аргіліта: 1:2,91:0,53; $t_{c,20}=42,0 \text{ N/mm}^2$;
 4 – бетон на заповнювачі з кварцитів: 1:8,1:0,89; $t_{c,20}=33 \text{ N/mm}^2$;
 Арматура періодичного профілю BSt 420/500 RK; $l_v=80$ $d_e=16$ мм.

Рис. 7. Вплив виду та кількості крупного заповнювача бетону на міцність зчеплення арматури з бетоном при різних температурах

Література

1. Diederichs, U. Untersuchungen zum Verbundverhalten bei hohen Temperaturen.-Dissertation. – TU Braunschweig, eingereicht, 1982.
2. Hertz, K. Bond between concrete and deformed bars exposed to high temperatures.- Institute of Building Design, Technical University of Denmark, DK-2800 Lyngby. – A paper presented at CIB W 14 Meeting Athen, May 19-23, 1980.
3. Kasami, H Okuno, T. and Yamane, S Properties of concrete exposed to sustained elevated temperature. – Transaction of the 3-rd International Conference on “Structural Mechanics in Reactor Technology”. – London, 1-5 Sept. – Vol. 3, paper H1/5, 1975.