

*Кандидат технічних наук (к.т.н.) Андрух С.Л.  
Ст. викладач Маслій І.В.  
Ст. викладач Галушка С.А.  
асистент Теліченко Н.А.  
Україна, м. Суми, Сумський національний  
аграрний університет*

## ОЦІНКА МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ СТРИЖНЕВОЇ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ

**Abstract:** All known hypotheses have three main groups.

*1 group.* The coupling is considered as the result of the friction between the reinforcement and the concrete. Analytical dependencies are deduced from the physical side of the phenomenon taking into account the mechanical and physical properties of the materials;

*2nd group.* The nature of the grip is determined by the magnitude and distribution of the mutual shifts  $q_{(x)}$  and  $\tau_{(x)}$  in the reinforcement along the laying is determined by differentiating the experimental data of the displacement curve;

*3rd group.* The analysis uses the distribution diagrams of longitudinal stresses in the reinforcement  $\sigma_{(x)}$  obtained from the experiment. The tension stresses  $\tau_{(x)}$  are found from the equation of equilibrium, substituting in the expression  $\tau_{(x)} = f\sigma_{(x)}$ , the data are obtained from the experiments.

**Keywords:** assessment of rating, reinforcement with concrete, theoretical dependence, Application of non-destructive methods, mechanical properties, ultrasound.

**Введення.** У пошуках ринків збуту арматурного прокату високої якості за фізичними і структурними характеристиками металургії України вимушено перейшли на прокат арматурної сталі по ДСТУ 3760-2006, який відповідає ISO 634, ISO 6935, DIN 488 і ENV 100 80. У частині основних параметрів і розмірів, хімічного складу, механічних властивостей і методів випробувань.

Українські виробники залізобетону переходять на використання цього прокату.

Замість випробуваного на всі параметри і вимоги діючих Норм профілів прокату «гвинтовий» і «ялинка» отримали прокат з виступами серповидної форми, що не з'єднують з поздовжніми виступами. Вплив зміни профілю прокату на зчеплення арматури з бетоном не вивчено і сталася практична заміна одного прокату іншим без відповідних обґрунтувань.

**Результати досліджень.** Держбудом України дозволено застосування прокату і рекомендацій Українського НДІБК щодо його використання. Лише тільки в США Американським інститутом бетону розроблений і введений Стандарт 208-58, який регламентує методику і дослідні зразки для випробування міцності зчеплення арматури з бетоном.

При випробуванні за цим стандартом передбачено використання механічних приладів і оцінка сил зчеплення проводилася по візуальному порушення зчеплення, тобто по просмикування арматури в бетоні.

Перші гіпотези і запропоновані теоретичні залежності належать Баху, Фриче, Я.В. Столярову, Вайнштейну і Фрайфельда в період з 1913 по 1964 рр.

Всі відомі гіпотези можуть бути розділені на три основні групи в залежності від підходу до висновку теоретичних залежностей.

1 група. Зчеплення розглядається як результат дії тертя між арматурою і бетоном. Аналітичні залежності виводяться на основі фізичної сторони явища з урахуванням механічних і фізичних властивостей матеріалів (В. Гленвіль, Я.В. Столяров, С.А. Дмитрієв).

2 група. Характер зчеплення визначається за величиною і розподілу взаємних зсувів  $q_{(x)}$  и  $\tau_{(x)}$  в арматурі уздовж закладення визначається шляхом диференціювання експериментальних даних кривої зсуву (М. Бріс. І. Гийон, М.М. Холмянській).

3 група. Для аналізу використовуються графіки розподілу поздовжніх напружень в арматурі  $\sigma_{(x)}$  отримані з експерименту. Дотичні напруження  $\tau_{(x)}$  знаходять з рівняння рівноваги, підставляючи у вираз  $\tau_{(x)} = f\sigma_{(x)}$ , дані, отримані з дослідів (Хохс, Евальє, Н.І. Ахвердов, Т. Гараї).

Застосування неруйнівних методів контролю залізобетонних конструкцій дозволяє вивчити контактну зону бетону та арматури з отриманням даних, істотно важливих для теорії зчеплення як, наприклад, кінетика освіти і розвитку контактних тріщин, їх орієнтація по

відношенню до арматури, зона розвитку тріщин по перетину зразка. Багато дослідників відзначають важливість врахування контактних тріщин при розрахунку на зчеплення, проте в більшості існуючих теорій зчеплення цей фактор не враховується або врахований досить слабо.

Причиною цього є те, що традиційні методи досліджень анкерування не дозволяють отримати необхідної інформації з цього питання.

Отримання такої інформації можливо за допомогою ультразвукового імпульсного методу.

Зміни швидкості поздовжнього прозвучування при одноосьовому стисканні або розтягуванні дозволяє вивчити структурні зміни, оцінити граничні напруги, що відповідають початку незворотного тріщиноутворення, встановити деякі параметричні точки процесу деформування бетону. Необхідно розробити методика застосування ультразвуку для дослідження механізму зчеплення арматури з бетоном при варіації наступних факторів:

1. клас бетону;
2. геометрія зразків;
3. види армування (клас, профіль арматури);
4. види непрямого армування.

Необхідно провести теоретичне дослідження зв'язку величин, що фіксуються в експериментах, зі зміною швидкості поширення, а також загасання поздовжніх хвиль з процесами тріщиноутворення в контактній зоні бетону і оцінити їх інформативність (орієнтування утворення мікротріщин, нахили її до арматури при порушенні зчеплення бетону з арматурою).

В даний час в основному за критерій зчеплення арматури з бетоном пропонують приймати:

умовне середнє напруга,  $\tau_{cu}^{cp}$  - отримується діленням навантаження, яка руйнує зразок, на величину площі умовної циліндричної поверхні стрижня

$$\tau_{cu}^{cp} = \frac{\sigma_o * f_a}{p * d_{cp} * l}$$

де:

$\sigma_o * f_a$  - зусилля у переданому перетині стрижня;

$d_{cp}$  - середній діаметр арматури;

$l$  - довжина забетонованої частини стрижня (довжина закладення).

$f_a * \sigma_o^{cn}$  і  $f_a * \sigma_o^{paz}$ , що викликають відповідно початок зсуву не завантаженого кінця стрижня і загальні руйнування зразка при висмикуванні арматури з бетону.

Коефіцієнт повноти епюри напружень, що виникають в стержні по довжині закладення його в бетоні при дії зовнішнього зусилля

$$\alpha_n = \frac{f_a * \sigma_{(x)}^{dx}}{\sigma_o * l}$$

де:

$\sigma_x$  - напруга в перетинах стрижня (Гараї Т.)

Максимальна умова напруги зчеплення  $\tau_{max}$ , відповідному критичному зміщенню арматури щодо бетону  $q_{kp}$  після якого опір т знижується при все зростаючих зсувах  $q$  (М.М. Холмянский)

Величина  $\tau_{max}$  і  $q_{kp}$  визначається за формулами:

$$\tau_{max} = \frac{B}{e}; \quad q_{kp} = \frac{e-1}{a}; \quad B = \frac{(1+nmm)cp^{ka}}{4 * E_a};$$

де:

$e$  - основа натуральних логарифмів;

$k$  і  $a$  - емпіричні коефіцієнти;

$d_{cp}$  - діаметр арматури;

$L$  - довжина закладення.

### **Висновки:**

Пропоновані методи оцінки зчеплення мають ряд недоліків:

1.  $\tau_{сц}^{ср}$  - не відповідає фізичної сутності явища і може привести до помилкових висновків про призначення довжини закладення стержня в бетоні, а інші чинники не враховуються. Величина зусилля, що викликає початок ковзання, і навантаження ковзання, що викликає загальні руйнування зразка. З огляду на зміни профілю арматури європейського зразка отримали механічне перенесення і практично не вивчені в Україні.

2. Початок ковзання арматури і характер розвитку її практично не вивчені, немає методики розрахунку.

3. Практично необхідно провідним НДІ і навчальним будівельним ВНЗ зайнятися ретельні вивченням цього питання і розробити нормативи розрахунку зчеплення арматури з бетоном.

4. Пропоновані визначення зчеплення, складені на підставі випробувань громіздкі і не пов'язані з класом бетонів.

Потрібно експериментальна перевірка залежності від класів бетону і можна обійтися перекладними коефіцієнтами. Необхідно обійтися і перекладними коефіцієнтами зчеплення гладкої арматури з періодичним профілем.

5. На всі параметри необхідно дати обґрунтовані норми.

### **Література**

1. ДСТУ 3760-2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. (ISO 6935-2:1991, NEQ) – К.: Держспоживстандарту, 2007. – 28с.
2. Кузнецов А.Н. Раскрытие трещин в центрально растянутых железобетонных конструкциях /А.Н. Кузнецов// -М.: Строительная промышленность №7, 1990.
3. Хомянский М.М. Расчет центрально армированных призматических элементов на сцепление /М.М. Хомянский// Сборник трудов НИИЖБ, вып.4. - М: Госстройиздат, 1981.
4. Астрова Т.И., Дмитриев С.А., Мулин Н.М. Анкеровка стержневой арматуры периодического профиля в обычном и преднапряженном бетоне /Т.И. Астрова, С.А. Дмитриев, Н.М. Мулин//: Расчет железобетонных конструкций НИИЖБ, вып. 23. - М: Госстройиздат, 1981.