

УДК624.01.:624.012.

к.т.н., доцент Маліков В.В.,

Охота І.А.,

Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ЗМІНИ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ НА ПАРАМЕТРИ АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ АРМАТУРОЮ СЕРПОВИДНОГО ПРОФІЛЮ

Описується зчеплення арматури серповидного профілю з бетоном, виготовленого з різної фракції крупного заповнювача (щебеню); порівняння проковзування стержня при повторних циклових навантаженнях у бетонних призмах та пружніх властивостей бетону.

Ключові слова: залізобетон, арматура, заповнювач, бетон, фракції, глибина анкерування, кубики, призми, контактна зона, проковзування арматурного стержня, пружні деформації бетону та арматури.

Вступ: Зчеплення арматури з бетоном є визначальним фактором у забезпеченні їхньої спільної роботи в складі залізобетонних конструкцій. Теорія зчеплення арматури з бетоном розроблена в достатній мірі при дії короткочасних навантажень, виконано велику кількість експериментальних досліджень зчеплення бетону з арматурою класів А-II, А-III, А-IV та іншою. Відомо, що переважна більшість конструкцій підлягає дії повторних навантажень. Повторні змінні навантаження не тільки кількісно, але й якісно змінюють напружене-деформований стан залізобетонних конструкцій. У процесі повторних навантажень виникають суттєві зміни фізико-механічних властивостей бетону, що безпосередньо відображаються на міцності зчеплення та деформативності арматури в бетоні, процесах тріщиноутворення.

Значний внесок у створення теорії зчеплення та вирішення її задач зробив В.Н. Байков. Міцність зчеплення арматури з бетоном оцінюється опором висмикуванню чи вдавленню арматурних стержнів, зароблених в бетоні (рис. 1а) [1]. Згідно дослідних результатів, міцність зчеплення залежить від:

- зачеплення з бетоном виступів на поверхні арматури періодичного профілю (рис. 1б);
- сил тертя, що розвиваються при kontaktі арматури з бетоном під впливом його усадки;
- склеювання арматури з бетоном, що виникає завдяки клеючій здатності цементного геля.

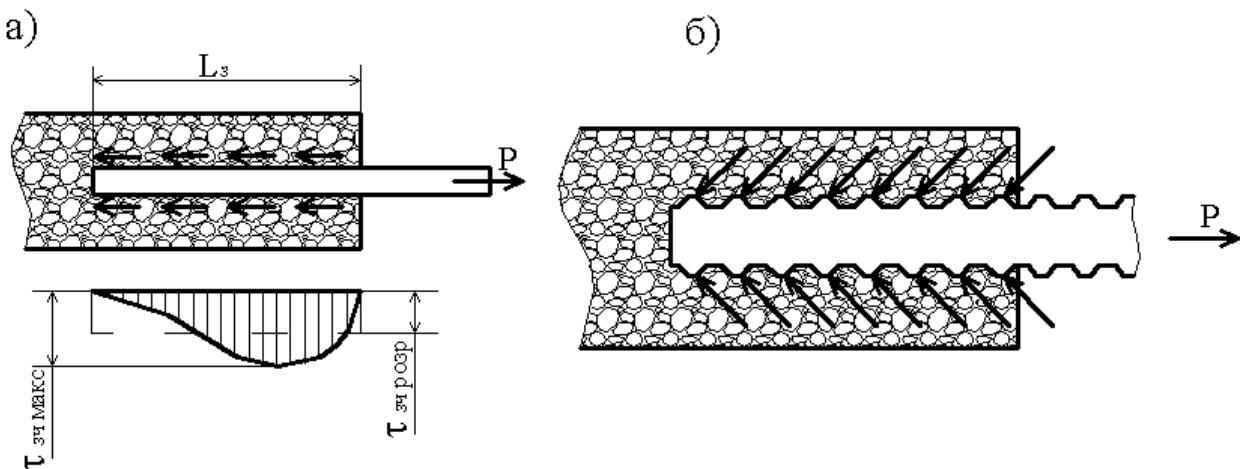


Рис. 1. Зчеплення арматури з бетоном.

Залежності зчеплення арматурного прокату серповидного профілю за ДСТУ 3760:2006 досліджено мало, а при дії повторних малоциклових навантажень розглянуто в недостатній мірі. З наведеного випливає актуальність проведення досліджень зчеплення прокату серповидного профілю з бетоном, який виготовлено на основі різних фракцій крупного заповнювача, при повторних циклових навантаженнях.

Методика експерименту: вибір методики дослідження зчеплення арматури з бетоном залежить від поставлених задач. При виборі зразків для дослідження параметрів зчеплення вирішальне значення має напружений стан залізобетонних елементів і умови передачі й розподілу напружень між арматурою і бетоном. Обмежені розміри більшості залізобетонних елементів і можливі силові дії на них спостерігаються на анкеруванні арматури, так як розвиток пружно-пластичних і пластичних деформацій виникає в обмеженому об'ємі. Величина анкерування арматури в бетоні повинна бути такою, щоб при довготривалій дії навантаження не відбувалося подальшого зміщення незавантаженого кінця арматури.

Зразки, для визначення якості зчеплення бетону з арматурою виготовляли у вигляді бетонних призм розмірами 150x150x192. Висота визначалась прийнятою довжиною анкетування стержнів, яка становила 10d. Для армування прийнята арматура серповидного профілю А500, d=16мм. Розрахунковий клас бетону В- 22,5. Всього виготовлено 40 зразків, по 7 на кожну серію, які армовані та ще додатково по 3 зразки – на визначення міцності бетону. (Рис. 2)

Міцність зчеплення арматури з бетоном визначається такими факторами: адгезією — зчепленням цементного каменю з арматурою та когезією, яка обумовлює міцність цементного каменя [2, 3, 4]. У роботі застосовувалась методика дослідження на витягнення арматури з бетонних призм (різних між

собою за типом крупного заповнювача), а саме: порівняння та аналіз проковзування стержня при повторних циклових навантаженнях та пружних деформацій бетону.



Рис.2. Загальний вигляд зразків

У дослідах використано індикатор годинникового типу з ціною поділки 0,001 мм, який встановлено на арматуру, за допомогою нього вимірювали проковзування кінця арматури, кріпили до бетону двохкомпонентним епоксидним клеєм за допомогою спеціальних тримачів, що забезпечувало надійне положення відносно бетонної призми в процесі вимірювання деформацій. Визначення міцнісних характеристик бетону визначалися за допомогою гіdraulічного пресу ПСУ-250 Армавірського заводу з ціною поділки 2 кН згідно з ГОСТ 8905 – 82. Випробування основних зразків здійснювалося на розривній машині УММ-50, що відповідає вимогам ГОСТ 7855 – 84 з допомогою спеціальної установки (Рис. 3).

Навантаження на призми відбувалось ступінчасто, із градацією 500кгс, після чого його знімали, через 1 хв цикл повторювався.

Аналіз отриманих результатів: При витягуванні стержня з бетону на певній ділянці довжини відбувається перерозподіл зусиль. Такі ділянки називають ділянками анкерування або ділянками перерозподілу. Особливістю деформацій на цих ділянках є наявність зміщення між бетоном і арматурою. Після перших навантажень спостерігається проковзування арматурного стержня, після кожного ступеня робимо витримку, під час якої спостерігається зворотне зміщення арматури (у початковий стан). З кожним збільшенням ступеня циклу стержень все більше проковзує. Бетон так само як і арматура, з кожним підвищеннем навантаження, деформації зростають, але при витримці в 1 хв, - намагається повернутись у попередній стан. Спостерігаються пружні

властивості. Деформації, заміряні відразу після завантаження, пружні і зв'язані з напруженнями лінійним законом, а деформації, що розвиваються під час зняття навантаження – пластичні. Величина цих пластичних деформацій збільшується із збільшенням рівня напружень. На діаграмі вони мають вигляд горизонтальних ділянок.



Рис.3. Загальний вигляд висмикування арматури з призм в устаткуванні розривної машини УММ-50

На ранніх стадіях навантаження спостерігається спільна робота арматурного стержня та бетону. При досягненні граничного стану зразок руйнується. У всіх зразках під час експерименту тріщини утворюються знизу вверх. Треба зазначити, що усі призми при збільшенні навантаження розколювалися вздовж стержнів. Тріщини почали виникати від контакту з нижньою плитою преса [5]. Коли взаємні зміщення досягають певної величини, виникає поперечне тиснення арматури на бетон і спричиняє його розколювання [6].

В табл.1 подані дані експерименту для зразків фракцій щебеню: 5-10, 5-20, 20-40, 40-70.

У призмах, де більші зерна щебеню – зчеплення краще, оскільки контактна зона каменю більша. Вони сприймають більші навантаження. Арматурний стержень проковзує більше у тих призмах, які складаються із дрібнішого заповнювача (Рис 4).

Таблиця 1

Навантаження Р, кгс	Проковзування арматурного стержня gk, мкм	Зміна лінійних розмірів бетонної призми Rd, мкм	Кількість скинутих поділок арматурного стержня gkp, мкм	Кількість скинутих поділок бетонної призми Rrelax, мкм
1	2	3	4	5
5-10				
0	0	0	0	0
500	70	8	0	0
1000	41	3	0	0
1500	50	4	10	2
2000	56	5	15	4
5-20				
0	0	0	0	0
500	19	0	2	0
1000	63	3	2	0
1500	80	3	1	2
2000	210	6	0	4
20-40				
0	0	0	0	0
500	19	0	0	0
1000	50	1	0	0
1500	9	2	1	0
2000	32	4	0	0
2500	46	11	0	1
40-70				
0	0	0	0	0
500	2	0,5	2	0
1000	20	2	0	1
1500	45	6	0	0
2000	52	8	1	0
2500	32	10	3	2
3000	46	10	5	4

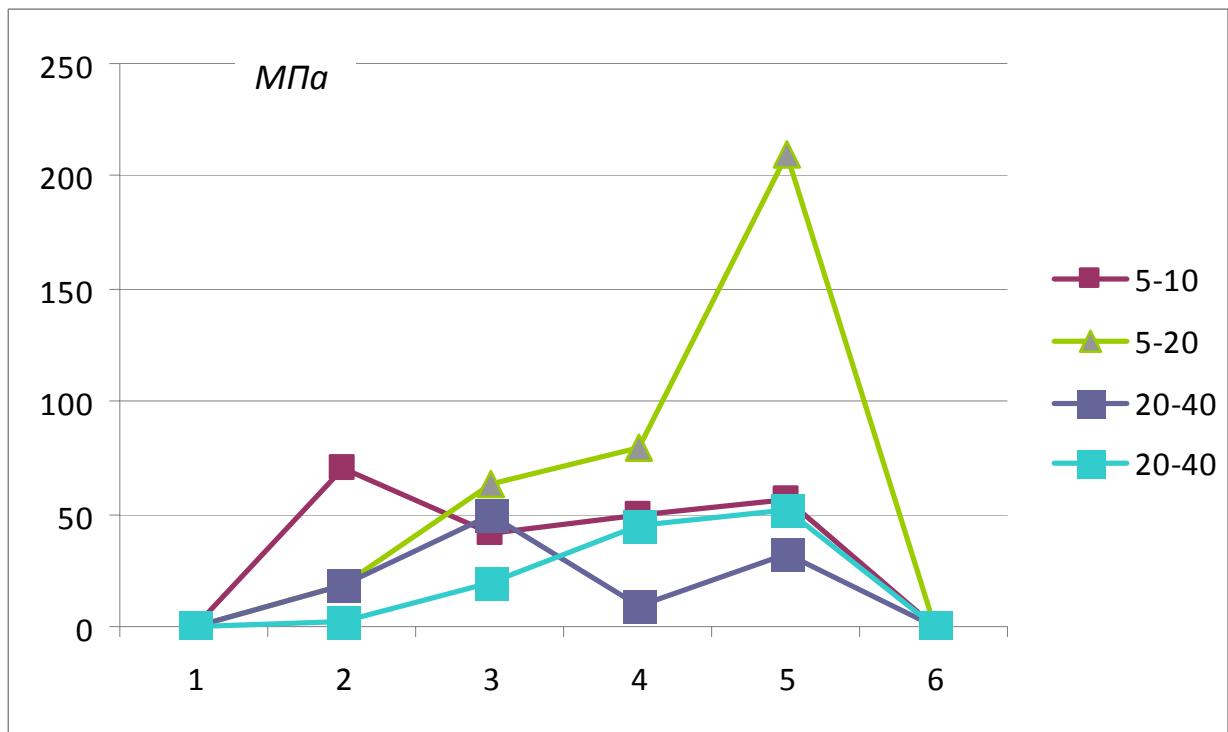


Рис 4. Середнє проковзування арматурного стержня у 6-ти призмах із різною величиною крупного заповнювача залежно від величини навантаження

При визначенні марки бетону на стиск, бетонні кубики руйнувалися, формування мікротріщин відбувалося по різним законам: у бетоні із меншою фракцією заповнювача тріщини утворювались менші, в інших зразках, де був крупніший щебінь кубик руйнувався пластинами, спочатку віколювався поверхневий шар (цементне молочко) (Рис.5).



a)

б)

Рис.5.
а – руйнування зразка при дрібнішій фракції щебеню;
б - руйнування зразка при крупній фракції щебеню).

Література

1. Карпенко Н.И. О задаче сцепления арматурного стержня с цилиндрическим бетонным образцом / Н.И. Карпенко // Сцепление арматуры с бетоном. – М., 1971.
2. Васильев П.Ф., Деркач В.Н. и др. Трециностойкость, жесткость, прочность предварительно-напряженных балок, не имеющих сцепления арматуры с бетоном // 10-й Международный конгресс ФИП (Дели).— Ленинград, Брест, 1986.
3. Лучко Й.Й., Пенцак А.Я., Гайда О.М. Застосування теорії крихкого руйнування для розрахунку зростання міцності бетону просоченого полімерами при стиску і розтягу / Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. научн. Трудов., – Дн-вск, ПГАСА, 2006. – Вып.37. – С. 260 – 271.
4. Лучко Й.Й. Міцність, тріщиностійкість та деформативність балок, армованих з'єднаною арматурою. /Зб. наук. пр. Механіка і фізики руйнування будівельних матеріалів та конструкцій. Львів: Каменяр, 2000. – Вип. 4. – С. 371 – 378.
5. Карпенко Н.И. Моделирование механического взаимодействия арматурного стержня с бетоном, учитывающее напряженно-деформированное состояние контактной зоны / Н.И. Карпенко, Г.Н. Судаков, Е.С. Лейтес // Поведение бетона и элементов железобетонных конструкций при воздействии различной длительности. НИИЖБ. М.: Стройиздат, 1980. – С. 133-156.
6. Холмянский М.М. Методика экспериментального исследования сцепления арматуры с бетоном / М.М. Холмянський // Методика лабораторных исследований деформаций и прочности бетона, арматуры и железобетонных конструкций. – М., 1963.

Анотация

Описывается сцепление арматуры серповидного профиля с бетоном, изготовленного из разной фракции крупного заполнителя (щебню); сравнения скольжения стержня при повторных циклических нагрузках в бетонных призмах и упругих свойств бетона.

Ключевые слова: железобетон, арматура, заполнитель, бетон, фракции, глубина анкерования, кубики, призмы, контактная зона, проковзування арматурного стержня, упругие деформации бетона и арматуры.

Abstract

Tripping of armature of falcate type is described with a concrete, large filler made from different fraction (to the macadam); comparison of prokovzuvannya of bar at the repeated cyclic loadings in concrete prisms and resilient properties of concrete.

Keywords: reinforced concrete, armature, filler, concrete, fractions, depth of ankeruvannya, blocks, prisms, contact area, prokovzuvannya of armature bar, resilient deformations of concrete and armature.