

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України**

Факультет конструювання та дизайну



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**«Вісник студентів факультету конструювання та дизайну
Національного університету біоресурсів і
природокористування України»**

Випуск 10

Київ-2022

3. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій: навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К.: НУБіП України, 2020. – 212 с.

УДК 69.007 + 624.05

МОДЕЛЬ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗВ'ЯЗКІВ КІНЦЕВОЇ ЖОРСТКОСТІ

Студент – Іщенко В.І.

Науковий керівник – к.т.н. Дмитренко Є.А.

Утворення залізобетону як матеріалу для будівельних конструкцій зумовлено необхідністю забезпечення зчеплення арматури з бетоном. За рахунок зчеплення зусилля розтягу або стиску в арматурі передаються на бетон, здійснюється перерозподіл зусиль між арматурою і бетоном після утворення тріщин, анкерування кінців арматури в опорних вузлах, з'єднаннях, місцях обриву стрижнів і т.д. [1].

Результатом взаємодії арматурного стрижня з бетоном є виникнення сил зчеплення, які інтегрально оцінюються величиною умовних дотичних напружень, які діють на поверхню контакту арматури з бетоном. Характеристики та особливості процесу зчеплення визначають шляхом проведення фізичних випробувань, визначених нормативними документами. Чисельне моделювання даного процесу, на відміну від фізичного, дозволяє значно швидше та економніше дослідити цей процес та визначити його основні параметри, при умові коректного моделювання [2]. Однак при моделюванні виникають складності, пов'язані із відносною складністю самого процесу зчеплення та визначення напружено-деформованого стану околоарматурної зони [3].

Наразі відомо 7 класів моделей зчеплення бетону і арматури:

- модель ідеального зчеплення арматури і бетону;
- модель із додаванням додаткового шару із зниженим модулем деформації;
- модель із використанням зв'язків кінцевої жорсткості;
- модель із виключенням зруйнованих елементів із роботи;
- модель із урахуванням мікророзтріскування;
- модель пружньо-пошкодженого матеріалу;
- модель з пружньо-пластично-пошкодженого матеріалу.

Найбільшого поширення набули три перших моделі, інші моделі вимагають наявності потужних програмних комплексів (ANSYS, Nastran та ін.).

Модель, яка базується на використанні зв'язків кінцевої жорсткості, вважається найбільш логічною, а також має найбільшу узгодженість з експериментальними і теоретичними результатами зчеплення металеві арматури з бетоном. Дана модель дозволяє враховувати нелінійні зміщення арматури відносно бетону в процесі руйнування зв'язків зчеплення. Для чисельного опису моделі потрібно вводити додаткові елементи кінцевої жорсткості.

Існують варіанти даної моделі із використанням нелінійних пружин, властивості яких описуються по діаграмах зчеплення арматури з бетоном. Але не в усіх розрахункових комплексах доступний даний тип SE, тому існує спрощений варіант моделі, в якій нелінійні пружини замінюються лінійними із граничним зусиллям на розтяг або стиск. Така модель також дає прийнятну узгодженість результатів із експериментом, в ній точність і швидкість обчислення прямо пропорційно залежать від кількості зв'язків скінченної жорсткості.

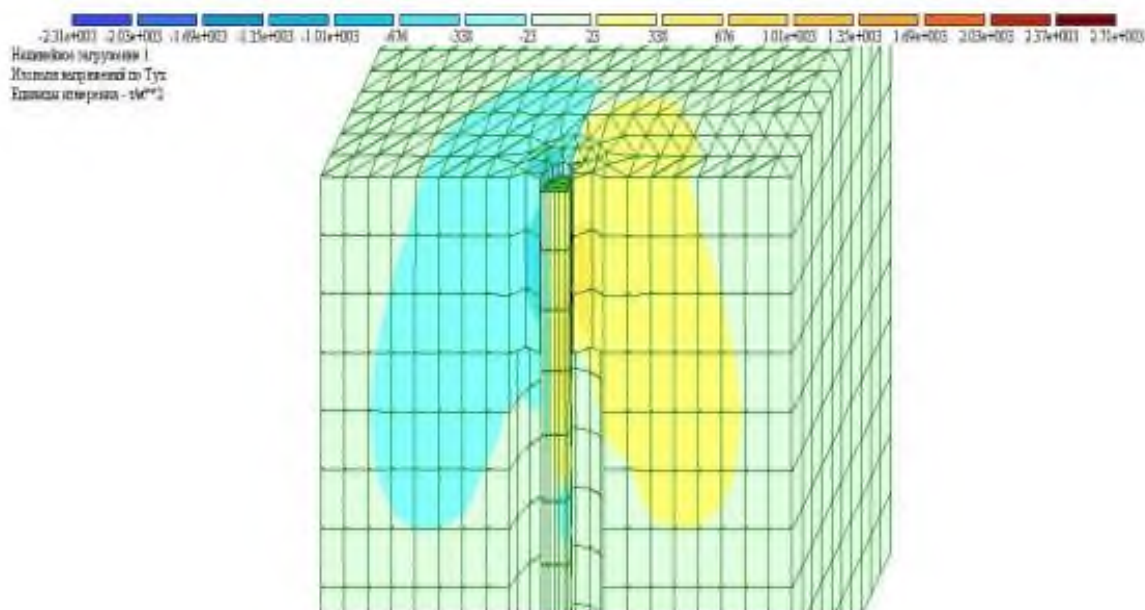


Рисунок 1 – Фрагмент моделі, яка базується на використанні в'язей кінцевої жорсткості

Висновки. Чисельне моделювання процесу зчеплення арматури з бетоном, перш за все, через відносну складність напружено-деформованого стану околоарматурної зони має багато варіантів і залежить від необхідної точності вирішення задачі і наявного програмного забезпечення.

Чисельна модель на основі лінійних зв'язків із граничною жорсткістю (пружинок), показує прийнятну збіжність із результатами експериментів, але при виконанні кожного конкретного дослідження вимагає вирішення тестових задач для визначення необхідної кількості зв'язків, що моделюють зчеплення арматури з бетоном із необхідною точністю.

Список використаних джерел:

1. Клімов Ю.А. Вплив корозійних пошкоджень на зчеплення арматури періодичного профілю з бетоном / Ю.А. Клімов // Будівельні конструкції. Теорія і практика: зб. наук. праць. – Київ: КНУБА, 2021. – Вип. 9. – С. 4-14. DOI: 10.32347/2522-4182.9.2021.4-14.
2. Колчунов В. И. Аналитическая и конечно-элементные стержневые модели нелинейной задачи сцепления арматуры с бетоном, их сравнение

и анализ // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2016. – Вип. 60. – С. 184– 197.

3. Колчунов В. И. Методика экспериментальных исследований сцепления арматуры с бетоном / В. И. Колчунов, И. А. Яковенко, Е. А. Дмитренко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне, 2016. – Вип. 33. – С. 162 – 177.

УДК 69.007 + 624.05

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМАТУРИ З БЕТОНОМ

Студент – Панчук В.В.

Науковий керівник – к.т.н. Дмитренко Є.А.

Зчеплення арматури з бетоном залежить від дуже великої кількості різних факторів згідно результатів численних досліджень [1, 2]. Врахувати їх спільний вплив в моделюванні взаємодії арматури з бетоном вкрай складно, а інколи – навіть неможливо. Цим пояснюється практично повне ігнорування взаємодії арматури з бетоном у розрахункових методиках вітчизняних та зарубіжних норм.

Загалом дослідження зчеплення арматури з бетоном можна умовно розділити за чотирма наступними напрямками:

- виявлення основних параметрів, що найбільше впливають на міцність зчеплення арматури з бетоном;
- вивчення закономірностей та особливостей взаємних зміщень бетону і арматури;
- створення та розбудова технічної теорії зчеплення арматури з бетоном;