

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Фірсова Павла Михайловича

“Короткочасна міцність та напружено-деформований стан клейових сталобетонних з’єднань на акрилових модифікованих клеях”

представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди

1. Актуальність теми дисертації

В наш час основними видами кріплень виробничого устаткування та технологічних комунікацій до бетонних і залізобетонних конструкцій виступають анкерні з’єднання. Незважаючи на широку галузь застосування анкерів в будівництві існують певні типи бетонних/залізобетонних конструкцій, де улаштування анкерних кріплень категорично не рекомендується. В першу чергу це стосується монолітних залізобетонних перекриттів та покриттів будівель і споруд. В залежності від вихідних технічних параметрів монтованого обладнання, для улаштування кріплень за розрахунком необхідно використовувати розпірні анкери, що або зовсім унеможливило операцію, або при проведенні монтажу анкерів - загрожує певною втратою несучої здатності залізобетонної конструкції. Також, не рекомендується свердлити отвори у збірних залізобетонних багатопустотних плитах перекриття. Висвердлювання отворів в багатопустотній плиті потребує високої точності розрахунків, для того щоб не влучити буром в пустоти. На практиці це ускладнюється невеликою шириною самого ребра між пустотами..

Проблематика улаштування анкерних кріплень інженерних приладів особливо актуальна для технічного персоналу мобільних операторів зв’язку. У великих містах для належного функціонування мережі мобільного та Інтернет-покриття елементи технологічного устаткування (базові станції, трубовійки, антени тощо) монтуються безпосередньо на покрівлю багатопверхових будівель. При цьому, основна проблема полягає у відмові на отримання дозволу на проведення анкерувальних робіт в залізобетонному покритті від власників або від мешканців будинку. Внаслідок цього, інженери мають розробляти нові конструктивні рішення щодо монтажу даного обладнання. У такому випадку, при відказі на проведення анкерувальних робіт в залізобетонному покритті будівлі, проектується кріплення за допомогою розвантажувальних рам, розпірок, відтяжок та кронштейнів, що призводить до суттєвого підвищення загальної трудомісткості монтажних робіт та до додаткової витрати металу. Інший негативний фактор полягає у тому, що у багатьох випадках, виходячи з

Вхідний № 54-12/18
« 07 » 12 2018 р.
УкрДУЗТ

конструктивних міркувань, виникає необхідність у проектуванні спеціальних фундаментів або парапетів, наприклад, для кріплення розвантажувальних рам. Ці конструкції передають суттєве додаткове навантаження на покриття, на яке воно не було заздалегідь розраховано.

Безанкерні клейові сталобетонні з'єднання є одним з перспективних напрямків в сучасному новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті будівель і споруд та кріпленні виробничого устаткування. Кріплення за цим методом здійснюється за допомогою склеювання кріпильних вузлів або безпосередньо опорних частин устаткування з бетонною поверхнею різноманітних конструкцій.

Беручи до уваги все вищесказане можна зробити висновок про те, що тема дисертаційного дослідження є актуальною.

2. Зв'язок роботи з галузевими науковими програмами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі теоретичної і будівельної механіки Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова згідно із координаційним планом Міністерства освіти і науки України, завдання 21 "Створення нових технологій, методів організації та механізації будівельних процесів, що забезпечують ефективність будівництва та модернізацію будівель і споруд" (№ ДР 0111U006207).

3. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність та новизна

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, базується на експериментальних методах оцінки короткочасної міцності та напружено-деформованого стану дослідних зразків клейових сталобетонних з'єднань. Результати теоретичних досліджень автора, зроблені ним висновки і рекомендації погоджуються з існуючими уявленнями та підтверджені результатами експериментальних і натурних досліджень, отже, є цілком обґрунтованими.

Достовірність результатів досліджень, виконаних у дисертації, підтверджується застосуванням відомих та добре апробованих експериментальних методів визначення несучої здатності та граничного стану клейових з'єднань сталі з бетоном, а також методів теоретичної і будівельної механіки для дослідження напружено-деформованого стану кріплення, методів математичної статистики при підготовці та проведенні експериментальних

досліджень, методу скінченних елементів для чисельної реалізації та верифікації результатів випробувань.

Наукова новизна одержаних автором результатів полягає в тому, що:

- розроблено математичну модель напружено-деформованого стану безанкерного клейового з'єднання для трьох шарів (сталеві пластина, клейового шва та бетонної основи) при осесиметричному довільному навантаженні;

- встановлено експериментальну залежність міцності клейового сталобетонного з'єднання від дії різних видів руйнуючих зусиль, конструктивних особливостей кріплення, фізико-механічних властивостей бетону і технологічних параметрів;

- встановлено безаварійне конструктивне застосування безанкерного клейового кріплення виробничого устаткування та технологічних комунікацій, як на горизонтальних, так і на вертикальних поверхнях бетонних та залізобетонних будівельних конструкцій;

- розроблено метод інженерного розрахунку безанкерних клейових кріплень сталі з бетоном, при дії різних видів руйнуючих зусиль.

Об'єктом дослідження є несуча здатність та граничний стан клейових вузлів кріплення опорних частин виробничого устаткування, що з'єднані з бетонною основою акриловими композиціями без застосування анкерування, при впливі різних видів навантажень.

Предметом дослідження – короткочасна міцність та напружено-деформований стан безанкерних клейових сталобетонних з'єднань на акрилових модифікованих клеях в залежності від дії різного виду руйнуючих зусиль і конструктивних особливостей опорних вузлів кріплення.

4. Практичне значення отриманих результатів

За результатами досліджень автором запропоновано теоретично-експериментальний матеріал, який дозволяє вивчити роботу безанкерних клейових сталобетонних з'єднань при монтажі виробничого устаткування та технологічних комунікацій.

Набули подальшого розвитку уявлення про особливості сумісної роботи конструктивних з'єднань сталь-клей-бетон під впливом різних видів навантажень, а також методики з розрахунку несучої здатності та оцінки напружено-деформованого стану клейових сталобетонних з'єднань.

Впровадження результатів роботи. Основні положення та результати дисертаційного дослідження впроваджені на базі промислових підприємств міста Харкова (БК “Укрпромбуд”, ТОВ “Будцентр Витязь”, ТОВ

“Будівельник”), що підтверджується відповідними документами. При реалізації дослідно-промислових впроваджень досягнутий і розрахований економічний ефект (в середньому 75 грн/м², без урахування ринкової вартості витратних матеріалів) від застосування розробленого кріплення, в порівнянні з анкеруванням, за рахунок економії матеріальних ресурсів, зниження термінів виробництва, а також спрощення виконання будівельних робіт.

Крім того, результати дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі ХНУМГ імені О.М. Бекетова при підготовці бакалаврів за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” у складі нормативних дисциплін (цикл дисциплін професійної підготовки).

5. Оцінка змісту дисертації

Дисертація відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України стосовно обсягу, структури та оформлення роботи. Дисертаційна робота складається із анотацій, вступу, п’яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота викладена на 266 сторінках і містить 198 сторінок основного тексту, 33 таблиці, 102 рисунки, 159 найменувань літератури, 9 додатків. Текст дисертації викладений із коректним використанням наукової термінології в логічній послідовності.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання дослідження, представлено наукову гіпотезу, новизну і практичне значення отриманих результатів. Наведено відомості про апробацію основних результатів дисертації, кількість публікацій, структуру та обсяг роботи.

В першому розділі (обсяг розділу 33 стор.) виконано критичний аналіз найбільш значущих робіт у галузі теоретичних і експериментальних досліджень з розробки, підсилення, реконструкції та відновлення бетонних і залізобетонних конструкцій за допомогою застосування різноманітних клейових полімерних розчинів.

Висунуто робочу гіпотезу, що в будівельній галузі, в якості альтернативи анкеруванню, має місце безанкерний метод клейового кріплення промислового обладнання, інженерних ліній та комунікацій. Дослідження дії силових навантажень на кріпильні вузли технологічного обладнання та інженерних ліній обумовило основні показники міцності і деформативності клейових сталобетонних з’єднань. Визначено, що безанкерні кріплення сприймають зусилля відриву (розтягу), зусилля зсуву (зрізу), сумісну дію зусиль відриву та зсуву, сумісну дію згинального моменту та зусиль зсуву, сумісну дію крутного моменту та зусиль зсуву, а також дію центрально-докладених та позацентрово-докладених зусиль.

Слід зауважити, що обсяг першого розділу не перевищує регламентовані 20 % від обсягу основного тексту.

В другому розділі (обсяг розділу 32 стор.) наведено теоретичне обґрунтування та методика досліджень міцності клейових сталобетонних з'єднань при впливі різних видів навантажень.

В даному розділі розроблено методику проведення експериментальних досліджень з визначення показників короточасної міцності клейових сталобетонних з'єднань при дії центрально-докладених зусиль, а також при дії різних видів позацентрово-докладених зусиль. Визначено, що разом з експериментальними випробуваннями зразків також буде досліджуватися вплив конструктивних характеристик і технологічних параметрів, які впливають на міцність клейового з'єднання сталі з бетоном (вплив жорсткості сталевих пластин, вплив класу бетону на стиск, вплив відстані кріплення сталевих елементів від грані будівельної конструкції, вплив геометричної конфігурації та масштабних параметрів сталевих пластин, вплив висоти клейового шва, вплив способів очищення бетонної поверхні конструкцій під склеювання, вплив сторони бетонування).

Розроблена постановка осесиметричної плоскої задачі теорії пружності в циліндричній системі координат з урахуванням тришарової моделі, шари якої пов'язані між собою умовами безперервності напружень та деформацій при осесиметричному довільному навантаженні. Автором запропонований необхідний метод рішення даної осесиметричної задачі, який полягає у визначенні компонентів тензора напружень і вектора переміщення через функцію напружень з урахуванням прийнятих граничних умов.

Також, у другому розділі, з використанням наукових досліджень відомих вчених Г.В. Василькова та В.С. Шмуклера виконана чисельна оцінка рівня напружено-деформованого стану клейового матеріалу під безанкерне з'єднання сталі з бетоном. Проведено натурні лабораторні випробування зразків адгезиву під впливом зовнішніх навантажень (розтяг, стиск, зсув) та побудовано відповідні діаграми σ - ϵ .

У третьому розділі (обсяг розділу 58 стор.) наведено результати чисельних експериментальних досліджень міцності клейових сталобетонних з'єднань при впливі різних видів навантажень. В процесі вказаних випробувань експериментальних зразків автором були визначені руйнуючі зусилля, характер руйнування зразків, а також розрахунковий опір клейового сталобетонного з'єднання. Це дозволило провести розрахунок міцності з'єднання за першим граничним станом.

Статистично опрацьована велика вибірка результатів випробувань експериментальних зразків, загальна кількість яких складає 67 штук. При

цьому, були обчислені основні статистичні показники: асиметрія, ексцес, середньоквадратичне відхилення, дисперсія, варіація, тип розподілу тощо. На підставі статистичної обробки результатів дослідження, побудований відповідний графік у вигляді кривої розподілу значень міцності з'єднання сталь-клей-бетон.

Детально розглянуто вплив умовної жорсткості, геометрії, масштабних параметрів та ступеню віддалення від грані будівельної конструкції сталевих опорних пластин на міцність клейового сталобетонного кріплення.

Окремо встановлено вплив певних технологічних параметрів на міцність клейового сталобетонного з'єднання.

В процесі склеювання сталі з бетоном на вертикальних поверхнях залізобетонних конструкцій, розроблено графіки деформативності клейового шва з'єднання при дії короткочасних навантажень. Визначено, що повзучість клейового шару має загасаючий характер і стабілізується протягом 12 годин.

Також, в даному розділі досліджено витривалість клейових сталобетонних з'єднань при багаторазово повторюваних навантаженнях. При проведенні дослідження втомна міцність клейового сталобетонного з'єднання приймалась ідентичною до міцності бетону при розрахунках на витривалість при багаторазово повторюваних навантаженнях.

Слід зазначити, що текст доповнено достатньою кількістю креслень та світлинами з дослідними зразками в процесі випробувань.

Четвертий розділ дисертації (обсяг розділу 26 стор.) присвячено верифікації отриманих результатів експериментальних досліджень. Автором проведено чисельне моделювання експерименту у спеціалізованих програмних комплексах "ЛІРА 10" та "ANSYS Academic Student".

Аналіз напружено-деформованого стану клейового сталобетонного з'єднання проведено методом скінченних елементів з урахуванням фізичної нелінійності деформування матеріалів з'єднання. Для вирішення даної задачі застосовано покроково-ітераційний метод лінеаризації.

При моделюванні роботи клейового з'єднання в середовищі ПК "ANSYS" оцінка міцності проводилась згідно четвертої теорії міцності (теорія енергії формозмінення).

Варто відзначити, що проведені статичні розрахунки та чисельне моделювання дали результати, які відповідають характеру руйнування дослідних зразків під час експериментальних досліджень. Результати чисельного моделювання з урахуванням фізичної нелінійності деформації співпадають з проведеним статичним розрахунком на 90-95 % (в залежності від виду навантаження) та підтверджують висновки про надійну роботу клейового безанкерного з'єднання сталі з бетоном при впливі різних видів навантажень.

У п'ятому розділі (обсяг розділу 37 стор.), на підставі проведених чисельних експериментальних досліджень, приведено рекомендації щодо проектування конструкцій кріплення та з розрахунку клейових сталобетонних з'єднань. Автором складено основні розрахункові схеми виробничого устаткування та технологічних ліній, улаштованих методом поверхневої приклеювання опорних вузлів, а також зусиль, які впливають на вказані кріплення.

Головну увагу автором приділено розробленню методу інженерного розрахунку безанкерних клейових сталобетонних з'єднань. Даний метод ґрунтується в призначенні умовної жорсткості сталевих опорних пластин, площі приклеювання та перевірки міцності клейового кріплення.

Крім того, розрахована ситуативна задача, в рамках якої техніко-економічні показники безанкерного клейового методу кріплення зіставлені зі стандартним та хімічним анкеруванням. На підставі даного розрахунку сформульовані висновки, що застосування розробленого методу кріплення, в порівнянні зі стандартним та хімічним анкеруванням, дозволяє істотно знизити трудомісткість, а також загальну вартість будівельно-монтажних робіт (в середньому на 65-70 %).

Також в даному розділі наведено відомості щодо реалізації дослідно-наукових впроваджень в практику будівництва та навчальний процес.

Загальні висновки по роботі включають результати теоретичних та експериментальних досліджень, які на думку автора дисертації, є головними.

Список використаних джерел включає 159 позицій на 18 сторінках.

В додатках автор приводить: список опублікованих праць за темою дисертації, патенти України на корисні моделі та на винахід, акти впровадження результатів дисертаційної роботи на промислові підприємства, акт впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, ліцензії на використання програмного забезпечення.

Викладання тексту дисертації достатньо ясне, чітке. Оформлення дисертаційної роботи відповідає нормативним вимогам.

Деякі синтаксичні та граматичні помилки в дисертації в цілому не впливають на позитивну оцінку стилю викладання матеріалу дисертації. Текст дисертаційної роботи викладено державною мовою.

6. Повнота відображення наукових положень в опублікованих роботах, оцінка апробації результатів досліджень, відповідності автореферату змісту дисертації

Публікації. Основні положення і наукові результати дисертаційної роботи опубліковано у 21 науковій праці, з них 5 статей у фахових виданнях, рекомендованих МОН України, в тому числі – 2 у виданнях, що входять до

міжнародних наукометричних баз; патентів на винахід – 1; патентів на корисну модель – 2; праць апробаційного характеру – 12; додаткова публікація – 1.

Автореферат дисертації достатньо повно розкриває мету, задачі та результати роботи, викладений достатньо якісною технічною мовою, досить адекватно відображає основний зміст та результати роботи, свідчить про глибоку професійну підготовку здобувача.

Автореферат оформлений згідно нормативних вимог Міністерства освіти та науки України.

Назва дисертаційної роботи відповідає поставленій меті та основним результатам досліджень.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертаційної роботи достатньо апробовані автором при участі в 8 Міжнародних та 4 регіональних наукових конференціях протягом 2014-2018 років.

7. Зауваження по дисертації

1. В розділі 1 багато посилань на статті та книги 60-х років минулого сторіччя ([93]-1960р., [110]-1961р., [61]-1964р., [146,147]-1965р. та інші). Невже за наступні роки по цій темі не було подібних публікацій та розробок?

2. Не зрозуміло, навіщо було включати в розділ 2 методика досліджень міцності клейових сталобетонних з'єднань при впливі різних видів навантажень, коли в дисертації є розділ 3 “Експериментальні дослідження міцності клейових сталобетонних з'єднань при впливі різних видів навантажень”. В теоретичному розділі повинні бути представлені результати теоретичних досліджень.

3. В розділі 3 зроблено висновок (за даними експериментальних досліджень), що при збільшенні площі пластини зменшується міцність клеєвого з'єднання. Стор.122-123 дисертації. Поясніть чому.

4. Після різних способів очищення бетону жодного разу не проводилось зміцнення бетону за допомогою ґрунтовок (Церезит ст 17 та інших) для визначення глибини відриву шару бетону від сталі (Стор 126-130).

5. В дисертації жодного разу не вказано впливу високих температур на міцність та деформативність клейового з'єднання.

6. В розділі 4, в п. 4.3 проведено чисельне моделювання в програмному комплексі ЛІРА 10, але в комплексі ЛІРА-САПР (розробник Городецький О.С.) у версіях 2017 та 2018 р.р. можна вирішити нелінійну пружність матеріалу з використанням спадаючих гілок в сталі та бетоні.

7. В авторефераті є ряд неточностей: численні-чисельні (стор. 5), під безанкерне з'єднання – для без анкерного з'єднання (стор.7), під склеювання – для склеювання (стор.12).

8. Висновки про відповідність роботи встановленим вимогам Міністерства освіти та науки України

Дисертаційна робота Фірсова Павла Михайловича “Короткочасна міцність на напружено-деформований стан клейових сталобетонних з’єднань на акрилових модифікованих клеях” є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати в частині оцінки напружено-деформованого стану та визначення короткочасної міцності безанкерних клейових з’єднань сталі з бетоном з подальшим інженерним розрахунком для монтажу виробничого устаткування та технологічних комунікацій.

За змістом і оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, а також вимогам Паспорту наукової спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Результати дисертації містять наукову новизну та практичну цінність, що підтверджується даними про їх впровадження.

Зауваження за змістом дисертації не впливають на загальну високу позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому та на особисті здобутки автора.

З огляду на наукову зрілість і високу кваліфікацію здобувача, цілісність і завершеність представленої дисертації, яка відповідає всім вимогам Міністерства освіти та науки України, а також обсяги впровадження результатів в практику будівництва, вважаю, що її автор Фірсов Павло Михайлович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидат технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри комп’ютерних
технологій будівництва
Національного авіаційного університету

Опанас

О.І. Лапенко



Лапенко О.І.

свідчую

Вчений секретар

Національного авіаційного університету

Т. Гирева