

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет залізничного транспорту

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ФІРСОВ ПАВЛО МИХАЙЛОВИЧ**

УДК 621.792.05:691.588:621.792.4

ДИСЕРТАЦІЯ

**КОРОТКОЧАСНА МІЦНІСТЬ ТА НАПРУЖНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН  
КЛЕЙОВИХ СТАЛЕБЕТОННИХ З'ЄДНАНЬ НА АКРИЛОВИХ  
МОДИФІКОВАНИХ КЛЕЯХ**

05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

19 – Архітектура та будівництво

Подається на здобуття наукового ступеня кандидат технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на

відповідне джерело

П.М. Фірсов



Науковий керівник: к.т.н., доцент

Золотов Сергій Михайлович

Харків – 2018 рік

## **ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

<b>ВСТУП</b>	28
<b>РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ РОЗРОБКИ БЕЗАНКЕРНИХ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ. НАУКОВА ГІПОТЕЗА</b>	38
1.1. Дослідження питання підсилення залізобетонних конструкцій за допомогою склеювання в Україні	38
1.2. Проблематика улаштування анкерних кріплень в бетонних і залізобетонних конструкціях	39
1.3. Аналіз основних конструкцій кріплення виробничого устаткування та комунікацій	48
1.4. Огляд досліджень міцності клейових конструкційних з'єднань сталі з бетоном промисловими клеями	57
1.5. Обґрунтування використання акрилових композицій та їх модифікації при розробці клейових кріплень сталі з бетоном	60
1.6. Напружений стан в клейових з'єднаннях сталі з бетоном	66
<b>ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 1</b>	69
<b>РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ МІЦНОСТІ КЛЕЙОВИХ СТАЛЕБЕТОННИХ З'ЄДНАНЬ ПРИ ВПЛИВІ РІЗНИХ ВИДІВ НАВАНТАЖЕНЬ</b>	71
2.1. Методика експериментальних досліджень короткочасної міцності сталевобетонних клейових з'єднань	71
2.1.1. Випробування з'єднань на дію центрально-докладених зусиль	71
2.1.2. Випробування з'єднань на дію позацентрово-докладених зусиль	80
2.1.3. Випробування з'єднань на сумісну дію зусиль відриву та зсуву	82
2.1.4. Випробування з'єднань на сумісну дію згинального моменту та зусиль зсуву	83

2.1.5. Випробування з'єднань на сумісну дію крутного моменту та зусиль зсуву	85
2.2. Математична модель безанкерного клейового сталобетонного з'єднання	87
2.3. Чисельна оцінка рівня напружено-деформованого стану пропонованого клейового матеріалу під з'єднання сталі з бетоном	93
<b>ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 2</b>	102
<b>РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ТА МІЦНОСТІ БЕЗАНКЕРНИХ КЛЕЙОВИХ СТАЛЕБЕТОННИХ З'ЄДНАНЬ</b>	103
3.1. Результати експериментів по визначенню короткочасної міцності безанкерних клейових сталобетонних з'єднань	103
3.1.1. Міцність з'єднання при дії центрально-докладених зусиль відриву та статистична обробка результатів дослідження	103
3.1.2. Міцність з'єднання при дії позацентрово-докладених зусиль	130
3.1.3. Міцність з'єднання при сумісній дії зусиль відриву та зсуву	132
3.1.4. Міцність з'єднання при сумісній дії згинального моменту та зусиль зсуву	134
3.1.5. Міцність з'єднання при сумісній дії крутного моменту та зусиль зсуву	136
3.2. Визначення витривалості клейових сталобетонних з'єднань при багаторазово повторюваних навантаженнях	138
3.3. Визначення характеристик міцності клейового шва вертикального з'єднання сталі з бетоном	144
<b>ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 3</b>	158
<b>РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КЛЕЙОВИХ СТАЛЕБЕТОННИХ З'ЄДНАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ</b>	161

4.1. Розрахунок будівельних конструкцій за допомогою метода скінченних елементів на ЕОМ	161
4.2. Алгоритм розрахунку конструкцій та з'єднань з урахуванням фізичної нелінійності їх деформування	162
4.3. Моделювання клейового сталобетонного з'єднання в середовищі ПК "ЛІРА 10"	164
4.4. Моделювання клейового сталобетонного з'єднання в середовищі ПК "ANSYS"	178
ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 4	186
<b>РОЗДІЛ 5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ КРІПЛЕННЯ, РОЗРАХУНКУ ТА УЛАШТУВАННЮ КЛЕЙОВИХ СТАЛЕБЕТОННИХ З'ЄДНАНЬ</b>	187
5.1. Конструкції кріплення промислового устаткування та комунікацій клейовим безанкерним методом	187
5.2. Методи інженерного розрахунку клейових сталобетонних з'єднань	192
5.3. Приклади інженерних розрахунків клейових сталобетонних з'єднань	197
5.4. Рекомендації з улаштування клейових сталобетонних безанкерних з'єднань	200
5.4.1. Підготовка бетонних поверхонь конструкцій до склеювання	201
5.4.2. Склеювання на горизонтальних бетонних поверхнях	202
5.4.3. Склеювання на вертикальних бетонних поверхнях	205
5.5. Екологія та техніка безпеки	206
5.6. Техніко-економічна доцільність використання безанкерного клейового кріплення у порівнянні зі стандартним та хімічним анкеруванням	207
5.7. Науково-промислове впровадження результатів дослідження	216

5.8. Використання результатів досліджень в навчальному процесі	221
ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ 5	222
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	224
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	226
<b>ДОДАТКИ</b>	244

## ВСТУП

У вирішенні економічних і соціальних завдань, що стоять перед суспільством, винятково важлива роль належить капітальному будівництву. Зведення нових, переобладнання та реконструкція старих промислових і сільськогосподарських підприємств, житлово-цивільних, транспортних і гідротехнічних споруд ґрунтується на застосуванні ефективних матеріалів та конструкцій, використанні сучасної техніки і технологій, оптимальних форм організації та управління будівництвом. Найважливіша проблема підвищення ефективності і якості будівництва полягає в поліпшенні технологічності архітектурно-планувальних і конструктивних рішень будівель і споруд, що зводяться, та, головним чином, в удосконаленні методів зведення будівельних об'єктів. В даний час в технології будівельного виробництва визначальним є зниження трудомісткості і собівартості, а також поліпшення якості будівельно-монтажних робіт. Основне призначення технології – переробка матеріалів і напівфабрикатів з метою отримання готової продукції. В процесі використання матеріалів в будівельній галузі, слід постійно думати про їх з'єднання один з одним. Одним з видів з'єднання матеріалів є склеювання, яке давно і з успіхом застосовується як в техніці, так і в будівництві. З появою високоміцних синтетичних клеїв стало можливим склеювати також і будівельні конструкції, які безпосередньо несуть навантаження. Тому важливе значення має використання раціональних методів кріплення до фундаментів, бетонних або залізобетонних конструкцій різноманітного виробничого устаткування та інженерних комунікацій.

Широке застосування склеювання в будівництві пояснюється тим, що за допомогою мінеральних органічних і комбінованих клеїв (адгезивів) вдається отримати міцні та надійні з'єднання матеріалів і конструкцій, причому набагато економічніше, ніж будь-яким іншим способом. Постійно зростаючі потреби будівельної галузі у високоякісних клейових матеріалах призводять до значного збільшення вимог до складу та експлуатаційних характеристик, як самих адгезивів, так і клейових з'єднань.

В наш час в будівельній галузі все частіше при підсиленні, реконструкції та відновленні залізобетонних конструкцій та при влаштуванні анкерних кріплень використовуються різноманітні клейові полімерні розчини [1, 2, 3]. Клейовим матеріалом в безанкерних сталобетонних з'єднаннях можуть виступати епоксидні та акрилові клеї, так як вони за своїми властивостями відповідають всім необхідним вимогам, що пред'являються до клеїв для створення надійних високоміцних кріплень. Дослідженнями епоксидних та акрилових композицій, їх складу і властивостей, при забезпеченні сумісної роботи сталі і бетону в будівельних конструкціях, займається ряд наукових шкіл створених в провідних технічних університетах України (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Полтавський національний технічний імені Юрія Кондратюка, Національний авіаційний університет).

Широке застосування отримали різноманітні типи акрилових клеїв. До цих клеїв відносяться ціаноакрилатні, анаеробні, а також емульсійні акрилові (на основі акрилових мономерів) і конструкційні клеї, які затверджуються по реакції полімеризації в присутності пероксидів [34, 36, 39, 74, 76, 88]. Акрилові клеї характеризуються високою адгезією до різних матеріалів, забезпечують високу міцність та довговічність клейовим з'єднанням, мають високу швидкість затвердження, малотоксичні.

Клейові сталобетонні з'єднання є одним з перспективних напрямків в сучасному новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті будівель і споруд. Дані з'єднання можуть цілком вдало застосуватися в будівництві для кріплення виробничого обладнання, інженерних комунікацій та інших технологічних пристроїв до бетонних/залізобетонних конструкцій. Кріплення за цим методом може здійснюватися за допомогою приклейки кріпильних вузлів або безпосередньо опорних частин устаткування до бетонної поверхні. Використання клеїв для цих цілей дозволяє значно скоротити терміни будівництва та реконструкції будівель і споруд, зменшити трудовитрати і матеріаломісткість робіт. Дана проблематика особливо актуальна для

підприємств металургійної, машинобудівельної, гірничорудної, хімічної і інших певних галузей промисловості. Також, в процесі реконструкції та ремонту будівель і споруд улаштування даних кріплень іноді може являтися єдиним можливим способом виконання робіт.

На сьогодні, найпоширенішими основними видами кріплень інженерних комунікацій і технологічного обладнання до фундаментів, бетонних і залізобетонних конструкцій виступають дюбельні та анкерні з'єднання. Дані типи кріплень мають як свої переваги, так і ряд певних недоліків [11-14]. Треба зазначити, що незважаючи на широку галузь застосування анкерів в будівництві існують певні типи бетонних/залізобетонних конструкцій, де улаштування анкерних кріплень категорично не рекомендується.

Необхідною умовою успішного застосування клейових сталобетонних безанкерних з'єднань в будівництві з використанням акрилових модифікованих композицій є рішення комплексної науково-дослідницької проблематики, яка включає дослідження їх короткочасної, тривалої і втомної міцності, їх проектування, питання технології їх улаштування (зокрема приклейка кріпильних вузлів до бетонної поверхні для кріплення устаткування і різних інженерних комунікацій), дослідно-промислова перевірка в умовах виробництва.

Отже, згідно із вищенаведеним матеріалом, **актуальність дослідження** обумовлена перспективністю застосування кріплення виробничого устаткування за допомогою приклейки кріпильних вузлів акриловими модифікованими клеями у зв'язку зі значними обсягами реконструкції існуючих промислових підприємств і нового будівництва.

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 із загальною довжиною, наприклад, 175-232 мм, що або зовсім унеможлиблює 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..

Слід зауважити, що в наш час проблема улаштування безанкерних 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, трубокійки, 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 відмові 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 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.

Також, при монтажі обладнання даним способом значно скорочуються трудові витрати для улаштування з'єднань, розбирання бетону, буріння

свердловин, улаштування хомутів тощо, чим досягається значна економія грошових коштів і трудовитрат.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** 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).

**Мета дослідження.** Мета дисертаційної роботи полягає в комплексному дослідженні напружено-деформованого стану та міцності клейових безанкерних з'єднань сталі з бетоном при короткочасному довільному навантаженні, в якому всебічно розглядається питання несучої здатності кріплення сталь-клей-бетон на акрилових модифікованих композиціях при дії на кріпильний вузол різних видів руйнуючих зусиль, а також вплив різних конструктивних і технологічних параметрів.

Для досягнення поставленої мети в роботі сформульовані наступні **завдання дослідження:**

- за допомогою чисельних експериментальних випробувань комплексно дослідити короткочасну міцність безанкерних клейових з'єднань сталі з бетоном на акрилових модифікованих клеях при впливі центрально-докладених та позацентрово-докладених зусиль відриву, зусиль зсуву, сумісної дії зусиль відриву та зсуву, сумісної дії згинального моменту та зусиль зсуву, сумісної дії крутного моменту та зусиль зсуву;

- експериментально дослідити вплив різних конструктивних і технологічних параметрів (геометрія кріплення, висота клейового шва, клас бетону, підготовка бетонної поверхні до склеювання тощо) на міцність безанкерного клейового сталобетонного з'єднання;

- перевірити міцність безанкерного клейового сталобетонного з'єднання на витривалість при багаторазово повторюваних динамічних навантаженнях;

- математично змоделювати процес деформування безанкерного клейового сталобетонного з'єднання при дії різних видів руйнуючих зусиль;

- розробити конструктивні вузли кріплення виробничого устаткування та технологічних комунікацій, а також відповідний метод інженерного розрахунку даних з'єднань при дії різних видів руйнуючих зусиль.

**Об'єкт дослідження** – 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.

**Предмет 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.

**Наукова гіпотеза.** Робочою гіпотезою передбачено використання в будівельній галузі безанкерного клейового кріплення конструктивних елементів на заміну анкерним з'єднанням. Пропонований метод монтажу кріпильних вузлів має ряд певних потенційних переваг, які полягають в тому, що для їх установки не потрібні значні трудові витрати для улаштування з'єднань, розбирання бетону, буріння свердловин, улаштування хомутів тощо, чим досягається істотна економія коштів, матеріальних ресурсів і трудовитрат. Даний тип кріплень дозволяє скоротити терміни монтажу/демонтажу виробничого устаткування за рахунок скорочення технологічних операцій. Це особливо актуально у випадках інженерного переобладнання промислових підприємств, де необхідно провести велику кількість кріплень і монтажних/демонтажних процесів в короткі часові рамки.

**Методи дослідження** - експериментальні методи оцінки напружено-деформованого стану та несучої здатності клейових сталобетонних з'єднань; методи теоретичної і будівельної механіки для дослідження напружено-деформованого стану клейових безанкерних з'єднань сталі з бетоном при короткочасному довільному навантаженні; методи математичної статистики

при підготовці та проведенні експериментальних досліджень; метод скінченних елементів для чисельної реалізації та верифікації результатів випробувань; порівняння та аналіз результатів дослідження.

### **Наукова новизна отриманих результатів.**

*Вперше встановлено (розроблено):*

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

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

- можливість безаварійного конструктивного застосування безанкерного клейового кріплення виробничого устаткування та технологічних комунікацій, як на горизонтальних, так і на вертикальних поверхнях бетонних та залізобетонних будівельних конструкцій;

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

*Набуло подальшого розвитку:*

- уявлення про особливості сумісної роботи конструктивних з'єднань сталь-клей-бетон під впливом різних видів навантажень;

- методики з розрахунку несучої здатності та оцінки напружено-деформованого стану клейових сталобетонних з'єднань.

**Достовірність і обґрунтованість одержаних результатів.** Достовірність наведених в дисертаційній роботі положень, висновків, рекомендацій, теоретичних розрахунків і експериментальних даних підтверджується повторенням і узгодженістю результатів багатопланового експерименту, проведеного в однакових умовах, стандартними і оригінальними методами фізико-механічних випробувань, а також застосуванням комплексу методів математичного аналізу. Достовірність приведених результатів досліджень також підтверджується низкою науково-промислових впроваджень

пропонованого безанкерного клейового методу кріплення виробничого устаткування.

**Практичне значення результатів досліджень** для будівельної галузі полягає у застосуванні безанкерного клейового кріплення при монтажі виробничого устаткування та технологічних комунікацій за рахунок встановлення короткочасної та втомної міцності клейового сталобетонного з'єднання на акрилових модифікованих клеях. Результати роботи дозволяють виконувати інженерний розрахунок даного типу кріплень і конструювання клейового з'єднання сталі з бетоном при дії на нього різних видів навантажень.

Результати дисертаційного дослідження були впроваджені на ряді промислових підприємств міста Харкова, а саме:

- на базі БК “Укрпромбуд” при безанкерному клейовому кріпленні промислового обладнання насосної установки підвищення тиску та насосної станції (Додаток В.1);

- на базі ТОВ “Будцентр Витязь” при безанкерному клейовому кріпленні фуговально-рейсмусного верстату за технологією та інженерними розрахунками, що запропоновані в дисертаційній роботі (Додаток В.2);

- на базі ТОВ “Будівельник” при відновлювальному переоснащенні силових електроліній у складських приміщеннях підприємства (Додаток В.3).

При реалізації вказаних дослідно-наукових впроваджень був досягнутий і розрахований певний економічний ефект (в середньому 75 грн/м<sup>2</sup>, 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.

Результати дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова при підготовці бакалаврів за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” у складі нормативних дисциплін (Додаток В.4).

**Особистий внесок здобувача.** Огляд літератури та існуючих конструкцій кріплень за тематикою дослідження, більшість лабораторних механічних випробувань та наступні розрахунки, статистична обробка їх результатів і отримання експериментальних залежностей, натурні дослідження, розроблення скінченно-елементних моделей в середовищі ПК “ЛПА 10” (ліцензія № 1/1095) та ПК “ANSYS Academic Student”, впровадження результатів досліджень на промислові підприємства та формулювання висновків виконані автором особисто.

Формулювання наукової гіпотези, постановка завдань дослідження, теоретичні обґрунтування, розробка нових модифікованих акрилових композицій під безанкерне кріплення, створення математичної розрахункової моделі клейового сталобетонного з’єднання виконано спільно з науковим керівником. Особистий внесок автора в спільні публікації відображено в переліку опублікованих робіт.

**Апробація матеріалів дисертації.** Основні результати дисертаційного дослідження доповідались на VI Міжнародній науково-технічній Інтернет-конференції “Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства” (Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 25 листопада-25 грудня 2014 року); форумі молодих вчених “Young researchers in the global world: vistas and challenges” (Харків, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 25-26 травня 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції “Perspective trends in scientific research” (Словацька Республіка, Братислава, Academic Society of Michal Baludyansky, 17-22 жовтня 2015 р.); VII Міжнародній науковій конференції “Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель і споруд” (Харків, ХНУБА, 25-26 травня 2015 р.); IV Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій” (Тернопіль, ТНТУ ім. Івана Пулюя, 25-26 листопада 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції “Build Master Class” (Київ, КНУБА, 16-18 листопада 2016 р.); VI Міжнародній науково-технічній конференції “Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному

транспорті” (Харків, УкрДУЗТ, 19-21 квітня 2017 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні проблеми інженерної механіки” (Одеса, ОДАБА, 16-19 травня 2017 р.); III Міжнародній науково-технічній конференції “Ефективні технології в будівництві” (Київ, КНУБА, 28-29 березня 2018 р.); звітних науково-практичних конференціях ЛНАУ (Харків, ЛНАУ, 8-9 листопада 2016 р., 21-23 лютого 2017 р., 20-23 лютого 2018 р.).

**Публікації.** Основні положення і наукові результати дисертаційної роботи опубліковано в 21 друкованих наукових працях, з них:

- 5 статей в збірниках і виданнях, рекомендованих Міністерством освіти і науки України, в тому числі 2 статті – у виданнях, які включені до Міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus);

- 1 стаття у закордонному науковому виданні, яка додатково відображає матеріали дисертації;

- 12 робіт апробаційного характеру: тези доповідей, які опубліковані у матеріалах науково-технічних конференцій, в тому числі за кордоном;

- 2 патенти України на корисну модель;

- 1 патент України на винахід.

У даних публікаціях відображені основні теоретичні та експериментальні результати дисертаційної роботи.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація 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.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд / З.Я. Бліхарський. – Львів: Львівська політехніка, 2008. – 108 с.
2. Золотов М.С. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування / М.С. Золотов. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 121 с.
3. Золотов М.С. Опыт применения клеевых соединений в строительстве / М.С. Золотов, Л.Н. Шутенко, Н.А. Псурцева, В.В. Душин. – Харьков: ХИИКС, 1985. – 98 с.
4. Лапенко О.І. Розрахунок сталезалізобетонних конструкцій підсилених за допомогою епоксидних клеїв / О.І. Лапенко, А.І. Машкова // Збірник наукових праць ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – Вип. 3 (2). - С. 83-85.
5. Лапенко О.І. Несуча здатність сталезалізобетонних елементів на стиск при склеюванні акриловими клеями / О.І. Лапенко // Збірник наукових праць НАУ “Проблеми міського середовища”. – К.: НАУ, 2013. – Вип. 10. - С. 71-78.
6. Лапенко О.І. Рациональні згинальні конструкції зі сталевих елементів із заповненими бетоном порожнинами за допомогою склеювання / О.І. Лапенко, П.С. Білокуров, Г.І. Гришко, А.І. Машкова // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. - С. 98-104.
7. Стороженко Л.І. Конструкції залізобетонних перекриттів по профільному настилу із забезпеченням сумісної роботи бетону і сталі за допомогою склеювання / Л.І. Стороженко, О.І. Лапенко, О.Г. Горб // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – Львів: Львівська політехніка, 2010. - № 662. – С. 360-365.
8. Стороженко Л.І. Розрахунок стиснутих сталезалізобетонних елементів із клейовим з’єднанням бетону і сталі / Л.І. Стороженко, О.Г. Горб // Наук.-тех. зб. “Комунальне господарство міст”. - Харків: ХНАМГ, 2012. - Вип. 105. - С. 47-54.



9. Стороженко Л.І. Міцність клейових з'єднань сталі та бетону / Л.І. Стороженко, О.Г. Горб, П.С. Білокуров // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 149. – С. 113-118.

10. Стороженко Л.І. Клейові з'єднання сталі та бетону / Л.І. Стороженко, Ю.О. Давиденко, О.Г. Горб, О.А. Горб // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 155. – С. 184-190.

11. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаментів та безпека праці: навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей / Л.М. Шутенко, М.С. Золотов, Я.О. Серіков, С.М. Золотов, В.О. Складаров, С.Я. Серіков. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 285 с.

12. Смородинов М.И. Анкерные устройства в строительстве / И.М. Смородинов. – М.: Стройиздат, 1983. – 184 с.

13. Вишне夫斯基 П.Ф. Современные методы анкерного крепления в строительстве / П.Ф. Вишне夫斯基. – М.: Воениздат, 1981. – 247 с.

14. Newman A. Foundation and anchor design guide for metal building systems / Alexander Newman. – Pennsylvania, USA: McGraw Hill Professional, 2013. – 286 p. – ISBN-13:978-00717663357.

15. ETAG 001, Edition 1997. Guideline for European Technical Approval of metal anchors for use in concrete. Annex C: Design methods for anchorages. – Brussels: Kunstlaan, 2010. - 3<sup>rd</sup> Amendment. – 34 p.

16. Характерные дефекты опорного узла абсорбционной колонны в производстве неконцентрированной азотной кислоты / Г.В. Катышева, И.Н. Косячков, И.Н. Феликидис, О.Е. Алексеев, С.В. Дьяконов // Химическая техника № 1 (2016): Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://chemtech.ru/harakternye-defekty-opornogo-uzla-absorbcionnoj-kolonny-v-proizvodstve-nekoncentrirovannoj-azotnoj-kisloty/>

17. Атабеков В.Б. Монтаж осветительных электроустановок / В.Б. Атабеков, М.С. Живов. – М.: Высшая школа, 1984. – 389 с.

18. Бондаренко В.Л. Справочник электромонтажника / В.Л. Бондаренко, М.Н. Плетник. – К.: Будівельник, 1986. – 256 с.

19. Гайдамак К.М. Монтаж оборудования общего назначения / К.М. Гайдамак. – М.: Стройиздат, 1981. – 187 с.
20. Рябцев Ю.И. Справочник по монтажу распределительных устройств выше 1000 В / Ю.И. Рябцев. – М.: Энергия, 1981. – 186 с.
21. Наумов В.Г. Справочник молодого монтажника оборудования общего назначения / В.Г. Наумов, К.М. Гайдамак. – М.: Высшая школа, 1986. – 255 с.
22. Перешивкин А.К. Справочник строителя. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / К.А. Перешивкин, А.А. Александров, Е.Д. Булынин, Б.В. Гусев и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.
23. Тавастшерна Р.И. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов / Р.И. Тавастшерна. – М.: Книга по требованию, 2012. - 288 с.
24. Тыркин Б.А. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов / Б.А. Тыркин, В.В. Шумаков. – М.: Стройиздат, 1985. – 248 с.
25. Тыркин Б.А. Монтаж холодильных установок / Б.А. Тыркин. – М.: Стройиздат, 1986. – 183 с.
26. Киянов И.Д. Монтаж технологического оборудования / И.Д. Киянов. - К.: Будівельник, 1980. - 160 с.
27. Матвеев В.В. Установка, выверка и крепление технологического оборудования и конструкций на фундаментах / В.В. Матвеев, А.А. Кузьмич. - М.: Стройиздат, 1990. – 127 с.
28. Маршев В.З. Монтаж технологического оборудования. Справочник строителя / В.З. Маршев, М.Л. Эльяш, М.П. Демат, А.М. Туранский., Л.Я. Бызер, И.П. Петрухин. – М.: Стройиздат, 1983. – 584 с.
29. Коваленко І.В. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання хімічних виробництв: навч. посібник / І.В. Коваленко. – К.: Наукова думка, 2011. – 575 с.
30. Доброногов В.Г. Конструювання опорних вузлів хімічних апаратів і перевірка несучої спроможності обичайок на дію опорних навантажень : навч. посібник / В.Г. Доброногов, І.О. Мікульонок. – К.: ІСДО, 1995. – 184 с.
31. Зевакин А.И. Шинопроводы в электрических сетях промышленных предприятий / А.И. Зевакин, И.И. Лигерман. – М.: Энергия, 1979. – 96 с.

32. Гольстрем В.А. Справочник энергетика промышленных предприятий / В.А. Гольстрем, А.С. Иваненко. – К.: Техника, 1977. – 464 с.
33. Кейгл Чарльз. Клеевые соединения: Справочник. Пер. с англ. яз. / Чарльз В. Кейгл. – М.: Мир, 1971. – 296 с.
34. Ковачич Л. Склеивание металлов и пластмасс / Людомир Ковачич; пер. со словац. И.В. Холодовой. – М.: Химия, 1985. – 240 с.
35. Петрова А.П. Поведение клеевых соединений при воздействии эксплуатационных факторов / А.П. Петрова, И.В. Семенычева. – М.: ОНТИ ВИАМ, 1986. – 54с.
36. Кардашев К.А. Конструкционные клеи / К.А. Кардашев. – М.: “Химия”, 1980. – 288 с.
37. Canovas M.F. Las resinas epoxy en la construccion / M.F. Canovas. – Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 1989. – 286 p.
38. Brockmann W. Adhesive bonding: adhesives, applications and processes / W. Brockmann, P. Geiss, J. Klingen, B. Schroder. – Manchester: WILEY-VCH, 2008. – 432 p.
39. Adams R.D. Adhesive bonding: science, technology and applications / R.D. Adams. – London: Woodhead Publishing in Materials, 2005. - 560 p.
40. Кардашов Д.А. Эпоксидные клеи / К.А. Кардашев. – М.: “Химия”, 1973. – 192 с.
41. Золотов М.С. Прочность приклейки крепежных узлов эпоксидным клеем при безанкерном креплении оборудования / М.С. Золотов, И.З. Барч, В.Г. Крытов // Реферативный сборник ЦИНИС “Межотраслевые вопросы строительства”. – М., Экспресс, 1973. – Вып. 5. – С. 36-39.
42. Золотов М.С. Исследования прочности клеевого безанкерного крепления на эпоксидных клеях / М.С. Золотов, И.З. Барч // Сборник научных трудов “Расчет конструкций подземных сооружений”. – К.: Будівельник, 1976. – С. 102-106.
43. Золотов М.С. Крепление оборудования и коммуникаций при помощи приклейки эпоксидным клеем к поверхности железобетонных конструкций /

М.С. Золотов, И.З. Барч, В.Г. Крытов // Информ. ЦБНТИ Минтяжстроя СССР “Передовой опыт строительства”. – М.: Экспресс, 1978. – Вып. 8. – С. 12-15.

44. Золотов М.С. Сталеклеевые крепления технологических конструкций при реконструкции зданий и сооружений / М.С. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.Л. Гревцев // IV Украинская республиканская научно-техническая конференция по металлическим конструкциям; матер. конф. – К.: Будівельник, 1988. – Часть 4. - С. 16-18.

45. Кочергин Ю.С. Клеевые композиции на основе модифицированных эпоксидных смол / Ю.С. Кочергин, Т.А. Кулик, Т.И. Григоренко // Пластические массы. – М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2005. – Вып. 10. – С. 9-15.

46. Баженов Ю.М. Прочность и деформативность клеевых соединений на основе метилметакрилата / Ю.М. Баженов, Н.Г. Матков, В.Я. Тянь // Сб. научн. трудов “Жилищное строительство”. – М.: Экспресс, 1981. - Вып 1. – С. 19-20.

47. Брусенцева Т.А. Композиционные материалы на основе эпоксидной смолы и наночастиц / Т.А. Брусенцева, А.А. Филиппов, В.М. Фомин // Известия Алтайского государственного университета. – Барнаул: АлтГУ, 2014. – Вып. № 1 (81). - С. 25-27.

48. Rui-Xiang Cheng. Study on bonding properties of PVC-based WPC bonded with acrylic adhesive / Rui-Xiang Cheng, Li Zhang, Ying Li // Journal of Adhesion Science and Technology. – Dec. 2012. – Vol. 26. – Iss. 24. – P. 2729-2735.

49. Abenojar J. Effect of moisture and temperature on the mechanical properties of an epoxy reinforced with boron carbide / J. Abenojar, M.A. Martínez, F. Velasco, J.C. del Real-Romero // Journal of Adhesion Science and Technology. – Apr. 2012. – Vol. 25. – Iss. 18. – P. 2445-2460.

50. Chamochín R. The effect of surface treatment on the behavior of toughened acrylic adhesive/GRP (epoxy) composite joints / R. Chamochín, M.Cano, M. Pantoja, J. Abenojar, Y. Ballesteros, J.C. del Real-Romero // Journal of Adhesion Science and Technology. – Aug. 2010. – Vol. 24. – Iss. 11-12. – P. 1903-1916.

51. del Real-Romero J.C. Adhesive bonding of aluminium with structural acrylic adhesives: durability in wet environments / J.C. del Real-Romero, M. Cano,

J. Abenojar, M.A. Martínez // Journal of Adhesion Science and Technology. – Apr. 2010. – Vol. 20. – Iss. 16. – P. 1801-1818.

52. Yanmei Wang. Polymerization of epoxide with hydroxylamides as thermally latent initiators / Yanmei Wang, Mika Kimura, Atsushi Sudo, Takeshi Endo // Journal of Polymer Science: Polymer Chemistry. – June 2016. – Vol. 54. – Iss. 16. – P. 2611-2617.

53. Canovas M.F. Refuerzo de elementos estructurales de hormigon armado mediante encolado de bandas de acero con adhesivos epoxidos / M.F. Canovas // Informes de la Construcción. – Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 1985. – Vol. 37. – P. 27-38.

54. Fai Uehara. Metal-resin bonding mediated by epoxy monolith layer / Fai Uehara, Akikazo Matsumoto // Applied Adhesion Science Journal. Official site [Electronic resource]: Access mode: <https://appliedadhesionscience.springeropen.com/articles/10.1186/s40563-016-0075>

55. Bouchet J. The formation of epoxy/metal interphases: mechanisms and their role in practical adhesion / Jerome Bouchet, Alan-Andre Roche // The Journal of Adhesion. – USA, Virginia: Febr. 2001. – P. 799-830.

56. Гурьянов А.В. Кратковременная и длительная прочность соединений стали эпоксидным клеем, отвержденным олигоамидом Л-19 / А.В. Гурьянов. – К.: КИСИ, 1989. – 16 с.

57. Долгова О.А. Цементный клей для ремонтных работ / О.А. Долгова, Н.К. Естафьева // Межвузовский сборник научных трудов “Совершенствование технологии вяжущих и бетонов”. – Пермь: ППУ, 1987. – с. 108-112.

58. Лисенко В.А. Защитно-конструкционные полимеррастворы в строительстве / В.А. Лисенко. – К.: Будівельник, 1985. – 136 с.

59. Золотов С.М. Композиции на основе акриловых полимеров для ремонта и восстановления бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений / С.М. Золотов // Материалы и изделия для ремонта и строительства: Международный сборник научных трудов. – Новосибирск: НГАУ, 2007. – С. 165-168.

60. Шутенко Л.Н. Клеевые соединения древесины и бетона в строительстве / Л.Н. Шутенко, В.З. Клименко, Ю.Д. Кузнецов и др. – К.: Будівельник, 1990. – 136 с.

61. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе / А.Ф. Николаев. – Ленинград: Химия, 1964. – 779 с.

62. Кербер М.Л. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технологии / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др. – Санкт-Петербург: Профессия, 2008. – 560 с.

63. Соломатов В.И. Полимерные композиционные материалы в строительстве / В.И. Соломатов, А.Н. Бобрышев, Н.Г. Химмлер. – М.: Стройиздат, 1988. – 312 с.

64. Кривенко П.В. Будівельне матеріалознавство: навчальний підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський, М.О. Кочевих, Ю.Г. Гасан, Б.Я. Константинівський, В.О. Ракша. – Київ: ЕксОб, 2004. – 704 с.

65. Благонравова А.А. Лаковые эпоксидные смолы / А.А. Благонравова, А.И. Непомнящий. – М.: Химия, 1970. – 248 с.

66. Советы по работе с эпоксидными смолами [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://dafna.com.ua/news/130-sovety-po-rabote-s-jepoksidkojj.html>

67. Патент на винахід № 63360. Україна. МПК С04К 5/10 (2006.01). Полімерна композиція / Л.М. Шутенко, С.В. Волювач, М.С. Золотов, В.С. Волювач, А.О. Гарбуз, Гапонова Л.В.; власник ХДАМГ. - Заявл. 08.04.2003; Опубл. 15.01.2004, Бюл. № 1. – 4 с.

68. Патент на винахід № 70656. Україна, МПК С04В 24/29 (2006.01). Полімерна самотвердіюча композиція / Л.М. Шутенко, С.В. Волювач, С.М. Золотов, В.С. Волювач, А.О. Гарбуз; власник ХДАМГ. - Заявл. 22.12.2003; Опубл. 15.10.2004, Бюл. № 10. – 4 с.

69. Патент на винахід № 70687. Україна. МПК С08L 33/00 (2006.01). Самотвердіюча клейова композиція / Л.М. Шутенко, С.В. Волювач, Н.М. Золотова, С.М. Золотов, В.С. Волювач, В.І. Торкатюк; власник ХДАМГ. - Заявл. 23.12.2003; Опубл. 15.10.2004, Бюл. № 10. – 4 с.

70. Патент на винахід № 88250. Україна. МПК C08L 33/00 (2006.01). Акрилова композиція для кріплення анкерних болтів / Л.М. Шутенко, С.В. Волювач, С.М. Золотов, В.С. Волювач, Н.М. Золотова; власник ХНАМГ. - Заявл. 22.12.2008; Опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18. – 6 с.

71. Патент на винахід № 47560. Україна. МПК C08L 33/00 (2006/01). Сополімерна композиція для кріплення анкерних болтів в бетоні / Л.М. Шутенко, С.В. Волювач, М.С. Золотов, С.М. Золотов, О.С. Скрипник; власник ХНАМГ. - Заявл. 26.08.2009; Опубл. 10.02.2010, Бюл. № 3. – 6 с.

72. Патент на винахід № 53872. Україна. МПК C09J 133/04 (2006/01). Клейова акрилова композиція / Л.М. Шутенко, С.В. Волювач, М.С. Золотов, В.С. Волювач, С.М. Золотов, Е.А. Шишкін; власник ХНАМГ. - Заявл. 23.03.2010; Опубл. 25.10.2010, Бюл. № 20. – 6 с.

73. Гарбуз А.О. Анкерные соединения на акриловых клеях с повышенной адгезионной прочностью / А.О. Гарбуз // Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: материалы IV Укр. научн.-техн. конф. – Харьков: ХНАГХ, 1998. - С. 12-14

74. Золотов С.М. Акрилові клеї для підсилення, відновлення і ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій / С.М. Золотов // Збірник наукових праць “Будівельні конструкції”. – Київ: НДІБК, 2003. – Вип. 59. - С. 440-447.

75. Золотов С.М. Полимерные связующие, наполнители и модифицирующие добавки акриловых клеев повышенной адгезионной и когезионной прочности / С.М. Золотов, Е.С. Скрипник, М.С. Золотов // Комунальне господарство міст. - Харків: ХНУМГ імені О.М. Бекетова, 2013. - Вип. 110. - С. 8-16.

76. Золотов С.М. Акриловые клеи для соединения строительных конструкций: монография // С.М. Золотов. – Харьков: ХНУГХ имени А.Н. Бекетова, 2016. – 185 с.

77. Фрейдин А.С. Полимерные водные клеи / А.С. Фрейдин. – М.: “Химия”, 1985. – 144 с.

78. Пластмасса акриловая самотвердеющая АСТ-Т. АТ “СТОМА”: Официальный сайт [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.stoma.kharkov.ua/tehnicheskaya-plast/tehnicheskaya/ast>

79. Золотов С.М. Життєздатність акрилових клеїв / С.М. Золотов // Вісник Донбаської академії будівництва і архітектури “Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології”. – Макіївка: ДДАБА, 2005. – Вип. 8 (56). - С. 74-79.

80. Скрипник Е.С. Изменение когезионных свойств в наполненной акриловой клеевой композиции / Е.С. Скрипник, С.М. Золотов, М.С. Золотов // Сб. докл. межд. науч. конф. “Унитех 11”. – Габрово, Болгария: Технический университет, 2011. - С. 421-425.

81. Шутенко Л.Н. Крепление оборудования к готовым фундаментам / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, Ю.М. Смолянинов, Р.А. Спиранде. – Харьков: ХИИКС, 1982. – 60 с.

82. Фирсов П.М. Прочность и деформативность акриловых модифицированных композиций / П.М. Фирсов // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – С. 79-81.

83. Firsov Pavlo. Strength and deformation of acrylic modified glues / Pavlo Firsov // Proceedings of International scientific and practical conference “Build Master Class”. – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2016. - p. 126-127.

84. Патент на корисну модель № 109770. Україна. МПК С08L 33/12 (2006.01). Акрилова композиція / С.М. Золотов, П.М. Фірсов, В.К. Жданюк, П.А. Білим; власник ХНУМГ імені О.М. Бекетова. - № у 2016 01208; Заявл. 12.02.2016; Опубл. 12.09.2016, Бюл. № 17. – 6 с.

85. Патент на корисну модель № 120256. Україна. МПК(2017.01) С08L 33/12 (2006.01), С09J 4/00, С08K 5/17 (2006.01), С04В 15/06 (2006.01). Акрилова композиція / С.М. Золотов, П.М. Фірсов, В.К. Жданюк, П.А. Білим; власник ХНУМГ імені О.М. Бекетова. - № у 2017 04402; Заявл. 03.05.2017; Опубл. 25.10.2017, Бюл. № 20. – 6 с.



86. Патент України на винахід № 117314. Україна. МПК C08L 33/12 (2006.01), C04B 24/24 (2006.01), C04B 111/72 (2006.01). Акрилова композиція / С.М. Золотов, П.М. Фірсов, В.К. Жданюк, П.А. Білим; власник ХНУМГ імені О.М. Бекетова. - № а 2017 04337; Заявл. 03.05.2017; Опубл. 10.07.2018, Бюл. № 13. – 6 с.

87. Комаров Г.В. Соединения деталей из полимерных материалов: Учебник / Г.В. Комаров. – Санкт-Петербург: Профессия, 2006. – 592 с.

88. Золотов С.М. Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и транспорта / С.М. Золотов // Сборник научных трудов “Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта”. – Днепропетровск: ПГАБА, 2004. – Вып. 30. – С. 192-196.

89. Тобольский А. Свойства и структура полимеров: пер. с англ. / А. Тобольский, под ред. Г.Л. Слонимского. - М.: Химия, 1964. – 332 с.

90. Hans J. Fahrenwaldt. Schweißtechnik: Verfahren und Werkstoffe / Hans Fahrenwaldt. – Wiesbaden: Klaus Birk, 1994. - N 3. - 230 p.

91. Лунев И.М. Передовой научно-технический и производственный опыт / И.М. Лунев. - М.: ГОСИНТИ, 1963. - 20 с.

92. Козлов П.М. Применение полимерных материалов в конструкциях, работающих под нагрузкой / П.М. Козлов. – М.: Химия, 1966. – 364 с.

93. Королев А.Я. Клеи и технология склеивания / А.Я. Королев, под ред. Д.А. Кардашова. - М.: Оборонгиз, 1960. – 285 с.

94. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений / А.С. Фрейдин. - М.: Химия, 1981. - 272 с.

95. Kuen Y. Lin. Composite materials: materials, manufacturing, analysis, design and repair / Kuen Y. Lin. - Cambridge: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015. – 232 p.

96. Вильнав Ж.Ж. Клеевые соединения / Ж.Ж Вильнав. - М.: Техносфера, 2007. – 384 с.

97. Басин В.Е. Адгезии полимеров и адгезионные соединения в машиностроении / В.Е. Басин, А.А. Берлин // Механика полимеров. - Рига: Знание, 1969. - № 8. - С. 840-849.

98. Золотов С.М. Реологические исследования и определение адсорбции модифицированных наполнителей метилметакрилата / С.М. Золотов, П.М. Фирсов, К.А. Клиценко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 161. - С. 157 -169.

99. Фирсов П.М. Составы улучшенных модифицированных акриловых композиций / П.М. Фирсов // Збірник тез доповідей звітної науково -практичної конференції ЛНАУ. – Харків: Луганський національний аграрний університет, 2017. – С. 76-77.

100. Фирсов П.М. Взаимосвязь адгезионной и когезионной прочности со структурой акрилового клея / П.М. Фирсов // Збірник тез доповідей науково -практичної конференції, присвяченої 95-річному ювілею ЛНАУ. – Харків: Луганський національний аграрний університет, 2016. – С. 55-57.

101. Верхоглядова Т.Ю. Новые клеи на основе модифицированных акриловых смол, их свойства и применение / Т.Ю. Верхоглядова, М.С. Тривно; под ред. В.Г. Каркозова. – Л.: ЛДНТП, 1975. – 92 с.

102. Золотов С.М. Исследование напряженно-деформированного состояния соединения сталь-бетон на акриловых клеях / С.М. Золотов, П.М. Фирсов // Матеріали VII Міжнародної наукової конференції “Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель і споруд”, (20-21 жовтня 2015 р., Харків). – Харків: ХНУБА, 2015. – С. 109-111.

103. Марек О. Акриловые полимеры / О. Марек, М. Томка; пер. с чеш. В.А. Егорова. – М.: Химия, 1966. – 318 с.

104. Золотов С.М. Адгезионная прочность безанкерного соединения сталь-бетон на модифицированных акриловых клеях при равномерном и неравномерном отрыве / С.М. Золотов, П.М. Фирсов // Зб. наук. пр. “Науковий вісник будівництва”. – Харків: ХНУБА, 2015. – Вип. № 4 (82). - С. 102-106.

105. Чупринін О.О. Основи теорії пружності та пластичності: навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей / О.О. Чупринін, Н.А. Засядько, Л.Н. Шутенко. – Харків: ХНАГХ, 2007. – 135 с.
106. Щоголев С.А. Теорія рядів: навч.-метод. посібник для підготовки бакалаврів за спец. “Фізика”, “Прикладна фізика”, “Астрономія”/ С.А. Щоголев. – Одеса: ОНУ імені І.І. Мечникова. – 74 с.
107. Синявська О.О. Ряди Фур’є. Навчальний посібник / О.О. Синявська, П.В. Слюсарчук. – Ужгород: УжНН, 2015. – 70 с.
108. Фирсов П.М. Расчетная модель клеевого соединения сталь-бетон / П.М. Фирсов // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції “Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства”. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014. – С. 56-61.
109. Голденблат И.И. Нелинейные проблемы теории упругости / И.И. Голденблат. – М.: Наука, 1969. – 336 с.
110. Васильков Г.В. Эволюционные задачи строительной механики. Синергетическая парадигма / Г.В. Васильков. – М.: ЛКИ, 2008. - 320 с.
111. Смирнов-Аляев Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. Инженерные методы расчета операций пластической обработки материалов / Г.А. Смирнов-Аляев. - М.: Машгиз, 1961. - 464 с.
112. Колмогоров В.Л. Напряжение, деформация, разрушение / В.Л. Колмогоров. – М.: Металлургия, 1970. - 229 с.
113. Колмогоров В.Л. Пластичность и разрушение / В.Л. Колмогоров, А.А. Богатов, Б.А. Мигачев. – М.: Металлургия, 1977. - 336 с.
114. Огородніков В. А. Чутливість арматурної сталі до швидкості деформування / Огородніков В.А., Перлов В.Є., Бікс Ю.С. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. - № 4. – С. 73-76.
115. Шмуклер В.С. Новые энергетические принципы рационализации конструкций / В.С. Шмуклер // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 167. - С. 54 -69.

116. Валовой О.И. Критерии прочности бетона для загального випадку напруженого стану / О.И. Валовой, О.Ю. Єрьоменко, М.О. Валовой // Збірник наукових праць ПолтНТУ, Серія “Галузеве машинобудування, будівництво”. – Полтава: ПолтНТУ, 2013. - № 4 (1). – С. 55-63.

117. Малкин А.Я. Методы измерения механических свойств полимеров / А.Я. Малкин, А.А. Аскадский, В.В. Коврига. - М.: Химия, 1978. - 336 с.

118. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2004. – Изд. 9. - 404 с.

119. Круг Г.К. Статистические методы в инженерных исследованиях / Г.К. Круг. – М.: Высшая школа, 1983. – 216 с.

120. Фирсов П.М. Экспериментальные исследования кратковременной прочности сталеклевого безанкерного соединения на акриловых модифицированных композициях / П.М. Фирсов // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 167. - С. 4 -17.

121. Firsov P.M. Analysis of various constructive factors influencing the strength of glued steel-concrete joints without anchors / P.M. Firsov // Forum for young researchers “Young researchers in the global world: vistas and challenges”. – Kharkiv: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 2015. – P. 156-159.

122. Золотов М.С. Влияние конструктивных факторов крепежного узла на прочность клевого соединения безанкерного крепления / М.С. Золотов, П.М. Фирсов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2015. – Вип. 30. – С. 127-134.

123. Золотов С.М. Адгезионная прочность клеевых соединений на акриловых модифицированных клеях / С.М. Золотов, П.М. Фирсов // Materials of International scientific and practical conference “Perspective trends in scientific research”, (17-22 of October 2015, Bratislava, Slovak Republic). – Bratislava, Slovak Republic: Academic Society of Michal Baludansky, 2015. – Vol. 2 – P. 150-151.

124. Золотов С.М. Анализ прочностных характеристик сталеклеевых соединений на модифицированных акриловых клеях / С.М. Золотов, П.М. Фирсов // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. - Kosice, Slovak Republic: Academic Society of Michal Baludansky, 2015. - Vol. 3. - P. 143-147.

125. Фирсов П.М. Влияние способов подготовки поверхности бетона к склеиванию на акриловых улучшенных композициях / П.М. Фирсов // Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми інженерної механіки”. – Одеса: ОДАБА, 2017. – С. 160-162.

126. Берген Р.И. Выносливость и ползучесть клеевых железобетонных соединений / Р.И. Берген // Бетон и железобетон. – М.: Стройиздат, 1965. – № 6. - С. 24-28.

127. Берген Р.И. Прочность клеевых соединений на срез / Р.И. Берген // Бетон и железобетон. – М.: Стройиздат, 1973. – № 11. - С. 23-24.

128. Красулин Н.Н. Восстановление железобетонных конструкций, подверженных динамическим нагрузениям / Н.Н. Красулин, И.С. Дуров, В.И. Рак // Сб. научн. трудов “Применение полимерных смол в бетонных и железобетонных конструкциях”. – Вильнюс: Вильнюсский технический университет, 1978. - С. 84-87.

129. Микульский В.Г. Склеивание бетона / В.Г. Микульский, В.В. Козлов. – М.: Стройиздат, 1975. - 240 с.

130. Ужаков К.М. Прочность легкого бетона на срез при динамическом нагружении / К.М. Ужаков // Сб. научн. трудов “Новое в технологии, расчете и конструировании железобетонных констр-й”. – М.: НИИЖБ, 1987. - С. 137-139.

131. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

132. ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. – Київ: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 217 с.

133. Мацеевич Т.А. Статистические методы решения технологических задач / Т.А. Мацеевич, В.Г. Соловьев, Л.В. Кирьянова, О.В. Александрова. – М.: НИУ МГСУ, 2015. – 153 с.

134. Каранфилов Т.С. Обзор исследований по прочности и деформативности бетона при многократном приложении нагрузки / Т.С. Каранфилов, Ю.С. Волков // Сб. научн. трудов “Труды Гидропроекта”. - М.: НИИ Гидропроект, 1963. – Вып. 10. – С. 184-196.

135. Корчинский И.Л. Прочность материалов при динамических нагружениях / И.Л. Корчинский, Г.В. Беценева. – М.: Стройиздат, 1966. - 243 с.

136. Бабич В.Е. Напряженно-деформированное состояние и прочность неразрезных железобетонных балок при одноразовых и повторных нагрузках / Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. 05.23.01. – Ровно: НУВГП, 2005. – 213 с.

137. Климпущ М.Д. Дослідження напружено-деформованого стану залізобетонних балок, підсилених вуглепластиками, за багаторазових навантажень / М.Д. Климпущ, В.Г. Кваша // Вісн. нац. Ун-ту “Львівська Політехніка”. – Львів: ЛПУ, 2009. - №. 655. - С. 148-156.

138. Золотов С.М. Витривалість модифікованих клейових з'єднань при багаторазово повторюваних динамічних навантаженнях / С.М. Золотов, П.М. Фірсов // Збірник наукових праць “Науковий вісник будівництва”. – Харків: ХНУБА, 2018. – Вип. № 1 (91). - С. 185-192. - DOI: 10/29295/2311-7257-2018-91-1-185-192.

139. Золотов С.М. Визначення характеристик міцності сталеклейових з'єднань при багаторазових навантаженнях / С.М. Золотов, П.М. Фирсов, Хамзе Мухамад // Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції “Ефективні технології в будівництві”, (28-29 березня 2018 р., Київ). – Київ: КНУБА, 2018. – С. 89-91.

140. Гамеляк І.П. Удосконалення методики випробувань на втому бетонних перерізів елементів армованих неметалевою композитною базальтопластиковою арматурою / І.П. Гамеляк, Т.І. Коваль // Науково-

технічний збірник “Автомобільні дороги і дорожнє будівництво”. – Київ: НТУ, 2017. – Вип. 99. – с. 184-201.

141. Кардашов Д.А. Полимерные клеи. Создание и применение / К.А. Кардашев, А.П. Петрова. – М.: Химия, 1983. – 256 с.

142. Фірсов П.М. Визначення характеристик міцності клейового шва вертикального сталобетонного з'єднання при дії зусиль зсуву та відриву / П.М. Фірсов // Збірник матеріалів звітної науково-практичної конференції ЛНАУ. – Харків: ЛНАУ, 2018 – С. 79-82.

143. Сметчику для сметы. Расстояния между средствами крепления стальных трубопроводов [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://smetdlysmet.ru/krepleniya/rasstoyanie-mezhdu-kreplenyami-trub.html>.

144. Лазовский Д.Н. Особенности расчета статически неопределимых железобетонных конструкций методом конечных элементов / Д.Н. Лазовский, Д.О. Глухов, О.Н. Лешкевич // Материалы Международной научно-технической конференции “Актуальные проблемы расчета зданий, конструкций и их частей: теория и практика”. – Минск: УП “Технопринт”, 2002 – С. 104-109.

145. Барабаш М.С. Программные комплексы САПФИР и ЛИРА-САПР – основа отечественных BIM-технологий: монография / М.С. Барабаш, Д.В. Медведенко, О.И. Палиенко. – М.: Юрайт, 2013. – 2-е изд.– 366 с.

146. Городецкий А.С. Вопросы расчета конструкций в упругопластической стадии с учетом применения ЭЦВМ / А.С. Городецкий // Труды Первого Всесоюзного совещания “Применение ЭЦВМ в стр. механике”. - Ленинград: Издательство литературы по строительству, 1966. – С. 52-57.

147. Городецкий А.С. К расчету тонкостенных железобетонных конструкций в неупругой стадии / А.С. Городецкий // Сборник трудов НИИСК “Строительные конструкции”. - К.: Будівельник, 1965.- №3. – С.21-27.

148. Васильков Г.В. Эволюционная теория жизненного цикла механических систем. Изд. 2. Синергетика: от прошлого к будущему / Г.В. Васильков. – М.: URSS, 2013. - № 39. - 320 с.

149. Шмуклер В.С. Каркасные системы облегченного типа / В.С. Шмуклер, Ю.А. Климов, Н.П. Бурак. – Харьков: “Золотые страницы”, 2008. - 336с.

150. Сергуничева Е.М. Построение диаграмм деформирования бетона при растяжении / Е.М. Сергуничева, Э.В. Березина, Н.В. Ершова // Вестник КГАУ: “Математика и информатика”. – Красноярск: КГАУ, 2007. – Вып. 5. - С. 33 -37.

151. Моделирование расслоения в ANSYS Mechanical: Официальный форум ANSYS Club [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://cae-club.ru/videos/modelirovanie-rassloeniya-v-ansys-mechanical>.

152. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов / Г.С. Писаренко, В.А. Агаев, А.Л. Квитка, В.Г. Попков, Э.С. Уманский. – Киев: Высшая школа, 1979 – 4-е изд. - 696 с.

153. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила та правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT): ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 311 с.

154. Практичний розрахунок залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 в порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84\* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2); Довідково-учбовий посібник під загальною редакцією В.С. Шмуклера / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова, П.А. Резник, Є.Г. Стоянов, В.С. Шмуклер. – Харків: Золоті сторінки. – 240 с.

154. ДСТУ Б В.2.6-2:2009. Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 34 с.

155. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

156. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 (ГОСТ 10922-90, MOD). Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури та закладних деталей виробів залізобетонних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 43 с.

157. НПАОП 28.52-1.31-13. Правила охорони праці під час зварювання металів. – К.: Держгірпромнагляд України, 2013. – 27 с.



158. Фирсов П.М. Проектирование безанкерного клеевого сталебетонного соединения на акриловых модифицированных композициях / П.М. Фирсов // Тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті”. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – С. 170-171.

159. Високоєфективний розпірний анкер “Hilti HSL-3” для високих навантажень: Офіційний сайт [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.hilti.ua/Анкерные-крепления/Розпірні-анкери/r2813>.

