

Голові разової спеціалізованої ради ДФ 35.052.13
у Національному університеті «Львівська політехніка»
д.т.н., професору
Соболь Х. С.

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора, завідувача
кафедри технології будівельних конструкцій і виробів
Будівельно-технологічного факультету
Київського національного університету будівництва і архітектури
Гоца Володимира Івановича
на дисертаційну роботу **Іващишин Ганни Степанівни** на тему:
**“Низькоемісійні змішані цементи та модифіковані бетони і будівельні
розчини на їх основі”**,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю
192 Будівництво та цивільна інженерія,
галузь знань 19 Архітектура та будівництво

Склад і структура дисертаційної роботи. Дисертація Іващишин Г. С. представлена в об'ємі 207 с. основного тексту з рисунками і таблицями та 8 додатками, що вміщують проект технічних умов, акти впровадження розробок у промислове виробництво та акт про використання результатів роботи в навчальний процес. Перелік використаних літературних джерел налічує 161 найменування.

Актуальність теми. Загострення екологічних проблем у світі, що спостерігається в наш час, потребує розробки нових низькоенергоємних технологій одержання цементу, оскільки під час виробництва портландцементного клінкеру виділяється значна кількість CO₂. Тому особливої актуальності набувають доступні методи скорочення вуглецевого сліду цементної галузі, а саме використання активних мінеральних добавок (цементозаміщуючих матеріалів ЦЗМ), які при поєднанні з портландцементом СЕМ І 42,5R дозволяють знизити клінкер-фактор змішаних цементів та утилізувати відходи промисловості, зокрема золу-винесення ТЕС. При цьому особлива увага приділяється отриманню модифікованих бетонів і будівельних розчинів на основі таких низькоемісійних цементів. Автор для вирішення цього питання показує можливість використання комбінованих пуцоланових добавок на основі суперцеоліту, мікрокремнезему і золи-винесення, які в поєднанні з добавками пластифікуюче-повітровтягувальної дії забезпечують техніко-технологічний ефект і еколого-економічну ефективність.

Актуальність вибраного напрямку досліджень підтверджується тим, що робота виконувалась в рамках держбюджетної теми МОН України «Технології створення низькоемісійних багатокомпонентних цементів та модифікованих бетонів і будівельних розчинів на їх основі» (номер

держреєстрації 0117U007178) та науково-дослідних робіт «Розроблення та дослідження модифікованих цементів для мурувальних і штукатурних робіт та будівельних розчинів на їх основі» (номер держреєстрації 0115U004209). Автор була відповідальним виконавцем та виконавцем зазначених робіт.

Аналіз основного змісту роботи, її наукової новизни, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.

Основні **наукові положення** полягають у розробленні принципів отримання низькоемісійних змішаних цементів та модифікованих бетонів і будівельних розчинів на їх основі за рахунок заміщення частини портландцементу СЕМ І 42,5R комплексними пуцолановими добавками із застосуванням добавок пластифікуюче-повітровтягувальної дії.

В якості **наукової новизни** слід відзначити встановлення автором особливостей рецептурних і технологічних методів одержання низькоемісійних змішаних цементів шляхом поєднання портландцементу типу СЕМ І та оптимізованої за речовинним і гранулометричним складом комбінованої пуцоланової добавки на основі високоактивних ультрадисперсних частинок (суперцеоліту, мікрокремнезему) і низькокальцієвої золи-винесення. Показано, що внаслідок довготривалої пуцоланової реакції між високоактивними суперцеолітом і мікрокремнеземом, а також низькокальцієвою золою-винесення з $\text{Ca}(\text{OH})_2$ стимулюються процеси утворення гідратних фаз у міжзерновому просторі та відбувається ущільнення мікроструктури цементуючої матриці, оскільки реакція гідроксиду кальцію з SiO_2 активно протікає у пізній період тверднення.

Обґрунтованість основних наукових положень, висновків і рекомендацій базується також на представленому в роботі аналітичному і експериментальному матеріалах.

Аналіз літературних джерел щодо екоефективних рішень у технології виробництва цементів та техніко-екологічних переваг виробництва змішаних цементів дозволив автору сформулювати наукову гіпотезу про доцільність розроблення низькоемісійних змішаних цементів, що отримуються шляхом роздільного помелу та раціонального проектування гранулометричного і речовинного складів комбінованих добавок пуцоланічної дії, які при їх поєднанні з добавками пластифікуюче-повітровтягувальної дії створюють можливість одержання клінкер-ефективних модифікованих бетонів і будівельних розчинів з заданою проектною маркою за міцністю при стиску, проектними показниками якості, покращеними експлуатаційними властивостями, зокрема корозійною стійкістю, а також зниженням показника CO_2 -інтенсивності на одиницю продукту. У даному розділі слід було ширше представити використання модифікаторів для проектування будівельних розчинів.

В цілому, матеріал розділу викладено логічно в послідовності, яка дозволила коректно сформулювати мету, наукову гіпотезу та задачі досліджень.

Другий розділ присвячено характеристиці сировинних матеріалів, а також опису застосованих методів фізико-хімічних та фізико-механічних досліджень. Позитивним моментом є те, що автором наведені енергозатрати на помел цементозаміщуючих матеріалів (табл. 2.4), а моделювання експериментів проведено з використанням математично-статистичних методів.

При дослідженні впливу цементозаміщуючих матеріалів на структуроутворення та фізико-механічні властивості низькоемісійних змішаних цементів (*розділ 3*) визначено переваги і недоліки підвищення дисперсності ЦЗМ. Показано, що використання одного типу ЦЗМ в складі низькоемісійного цементу (клінкер-фактор 0,50) супроводжується збільшенням водопотреби (при додаванні високодисперсних ЦЗМ), підвищенням водовідділення і зниженням ранньої міцності, тому досліджено сумісну дію кількох типів активних мінеральних добавок з метою подолання вищевказаних недоліків. Методом математичного планування експерименту визначено та оптимізовано склади комбінованих пуцоланових добавок КПД-02 та КПД-03 на основі золи-винесення, суперцеоліту і мікрокремнезему за показниками водопотреби, водовідділення і пуцоланової активності P_{SAI} . Разом з тим, характеристики пластифікуючих добавок слід було доповнити даними ІЧ-спектрів.

Розділ 3 присвячено встановленню фізико-хімічних особливостей гідратації низькоемісійних змішаних цементів. Визначено будівельно-технічні властивості низькоемісійних змішаних цементів СЕМ IV/B 32,5 R та ЦБР 300 (МС 22,5Х), які відповідають вимогам ДСТУ Б EN 197-1:2015 та ДСТУ Б В.2.7-124-2004 (ДСТУ Б EN 413-1:2015).

Розділ 4 присвячено дослідженню технологічних властивостей бетонних і розчинних сумішей та вивченню показників якості модифікованих бетонів і будівельних розчинів на основі низькоемісійних змішаних цементів. Встановлено, що забезпечення ефективного зернового розподілу крупного і дрібного заповнювача важкого бетону у поєднанні із активною комбінованою пуцолановою добавкою дозволяє отримати компакту упаковку зерен цементної матриці бетону. Показано ефективність одержання самоущільнювальних бетонів класу міцності С45/55 на основі низькоемісійного цементу СЕМ IV/B 32,5 R при пониженому значенні CO_2 -інтенсивності (2,9 кг $CO_2/(m^3 \cdot MPa)$). При проектуванні будівельних розчинів встановлено оптимальний вміст МС 22,5Х (390 кг на 1 м³ піску) та витрата комплексної хімічної добавки Master Air 81 (0,11 мас. %) для забезпечення високої рухомості розчину та одержання необхідної марка за міцністю М100.

В цілому, наведений аналіз результатів досліджень дозволяє зробити загальний висновок про те, що деякі висновки автора є дискусійними, проте основні наукові положення, які розробляються в розділах 3 та 4 дисертаційної роботи є обґрунтованими і такими, що базуються на отриманих експериментальних результатах.

Практичне значення роботи підтверджують результати, що викладені у розділі 5, присвяченому впровадженню дослідної партії комбінованої пуцоланової добавки при отриманні на її основі модифікованих бетонних сумішей загальним об'ємом 100 м³ для бетонування конструкції бетонної основи, а також реалізації випуску промислової партії низькоемісійного цементу для будівельних розчинів ЦБР 300 ДСТУ Б В.2.7-124-2004 (цемент для мурування МС 22,5Х ДСТУ Б EN 413-1:2015) і використанню розчинової суміші на його основі. При цьому автором показано, що економічний ефект при випуску СЕМ IV/В 32,5R і МС 22,5Х складає 166,00 і 379,00 грн/т порівняно з СЕМ I 42,5R і СЕМ II/В-М 32,5 R відповідно.

Достовірність і новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у дисертаційній роботі Іващишин Г. С. не викликає сумніву, оскільки підтверджується достатнім обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, методично правильною їх постановкою, використанням широкого кола методів досліджень та випробувань, а також впровадженням результатів роботи у виробничих умовах.

Загальні висновки по роботі висловлені чітко і аргументовані конкретними результатами.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності. За результатами перевірки дисертаційної роботи на наявність ознак академічного плагіату встановлено коректність посилань на першоджерело для текстових та ілюстративних запозичень; навмисних ілюстративних спотворень не виявлено. Звідси можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

По роботі є наступні зауваження:

1. У розділі 2 доцільно було б вказати прилад з допомогою якого визначали гранулометричний розподіл за розміром основних складників змішаних цементів.
2. При дослідженні фізико-механічних властивостей змішаних цементів показано вплив ГДШ, суперцеоліту і вапняку в складі двокомпонентних низькоемісійних цементів (табл. 3.4), проте не представлено, як здійснюється вплив золи-винесення і мікрокремнезему на такі системи.
3. Дисертантом представлені результати технологічних і фізико-механічних властивостей будівельних розчинів на основі низькоемісійних цементів, проте доцільно було б провести порівняння ефективності застосування розроблених цементів зокрема з шлаковмісними.
4. Автор робить висновок про те, що будівельні розчини на основі розробленого низькоемісійного цементу характеризується пониженим висолоутворенням і в табл. 4.3 вказано, що висолоутворення – відсутнє, проте не описано, яким чином було визначено даний показник.

Приведені зауваження не носять принципового характеру і в перспективі можуть бути враховані автором при проведенні подальших досліджень. Дисертаційна робота Іващишин Г. С. за об'ємом досліджень, рівнем їх виконання, новизною є завершеною науково-дослідною роботою, в якій одержані нові теоретично обґрунтовані та практично цінні результати.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Основні положення дисертаційного дослідження висвітлено у 20 працях (з них 1 – одноосібна): 4 статті у наукових фахових виданнях України, 1 – у виданні, що входить до міжнародної наукометричної бази даних (Scopus), 14 публікацій у матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій (2 з яких опубліковано у періодичних наукових виданнях інших держав, що входять до міжнародної наукометричної бази даних Scopus) і 1 патент на винахід. Результати аналізу публікацій здобувача засвідчують повноцінне висвітлення в них основних положень та результатів дисертаційного дослідження.

Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації

Зміст анотацій українською та англійською мовами є ідентичним до основних наукових положень дисертаційної роботи, а також містить необхідну інформацію, яка дає достатнє уявлення сутності досліджень і отриманих результатів.

Висновок. В цілому, дисертаційна робота Іващишин Ганни Степанівни за рівнем її наукової новизни і практичного значення відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167), а її автор – Іващишин Г. С. заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, галузь знань 19 Архітектура та будівництво.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології будівельних конструкцій і виробів
Будівельно-технологічного факультету
Київського національного університету
будівництва і архітектури



В. І. Гоц

Особистий підпис д.т.н., професора В. І. Гоца “засвідчую”

Вчений секретар
Київського національного університету
будівництва і архітектури

