

## ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Суханевич Марини Володимирівни  
**"Наукові засади отримання гідроізоляційних розчинів на основі цементних композицій, модифікованих вуглецевими нанодобавками»,**  
представленої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 05.23.05 – Будівельні матеріали та виробництво  
галузь знань 19-Архітектура і будівництво

**Актуальність теми досліджень.** Своєчасність та актуальність теми не викликає сумнівів, оскільки одержання високоефективних гідроізоляційних розчинів для захисту бетонних і залізобетонних конструкцій є важливою задачею, яку намагаються вирішити дослідники протягом довгого часу.

Невпинне зростання міст, розвиток та підвищення агресивності промислових виробництв, все більше заглиблення міської забудови під землю призводить до передчасного руйнування бетонних конструкцій особливо підземних і цокольних поверхів, завдяки підвищеній активності навколишнього середовища, особливо ґрунтових вод.

Тому поєднання у сучасних гідроізоляційних покриттях різного механізму дії високих гідрофізичних, фізико-механічних та стійкості до сульфатного середовища є безумовно, важливою проблемою сьогодення, на яку слід направити зусилля науковців і практиків будівельної галузі.

Крім того, використання досягнень нанотехнологій для покращення властивостей цементних композиційних матеріалів дозволяє віднести дану роботу до таких, що використовує сучасні інноваційні розробки для вдосконалення традиційних розчинів і бетонів.

*Метою роботи* є розробка науково-концептуальних засад отримання наномодифікованих гідроізоляційних розчинів, що передбачає направлене регулювання складу та структури на всіх ієрархічних рівнях з урахуванням не тільки адитивного, але й синергетичного ефектів. Вирішення поставленої мети забезпечить підвищення експлуатаційних властивостей гідроізоляційних розчинів та водонепроникних покриттів різних типів на їх основі.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.**

Ступінь обґрунтованості є достатнім, що підтверджується обсягом опрацьованих даних, інформаційних джерел у кількості 305 одиниць, їх критичним аналізом, застосуванням сучасних методів та методологій досліджень.

Достовірність одержаних результатів підтверджується системним підходом до комплексного вирішення наукових та практичних задач, забезпечується використанням апробованих стандартних та оригінальних

методів дослідження. Теоретичні положення роботи підтверджені результатами експериментальних досліджень. Широке застосування в дисертаційній роботі методів математичного планування експерименту, а також фізико-хімічних та фізико-механічних методів дослідження, які взаємно підтверджують та доповнюють один одного, дозволило автору зробити обґрунтовані висновки.

В процесі детального аналізу дисертаційної роботи та автореферату не виявлено сумнівних, неоднозначних чи необґрунтованих висновків та тверджень.

Отже, ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, розроблених автором, висновків та рекомендацій не викликає сумнівів.

### **Наукова новизна роботи.**

Всі висновки ґрунтуються на викладених в розділах 2, 3, 4 і 5 теоретичних та експериментальних даних та відповідають задачам дослідження, наведеним та обґрунтованим в розділі 1. За результатами аналізу рукопису дисертації можна відмітити наукову новизну наступних результатів:

- вперше розроблено наукові засади композиційної побудови гідроізоляційних розчинів на основі наномодифікованих портландцементних систем та показано необхідність використання нанорівня, який має визначальний вплив на формування мікро- та мезорівнів штучного каменю;
- запропоновано принципи композиційної побудови гідроізоляційних розчинів проникної дії для відновлення бетонних поверхонь на основі цементних композицій, модифікованих комплексними добавками, що включають солі-електроліти у поєднанні з диспергованими у пластифікаторі неочищеними вуглецевими нанотрубками. Такий підхід дозволяє підвищити адгезійну міцність покриття, водонепроникність та корозійну стійкість захищеної конструкції;
- подальший розвиток отримали концептуальні засади розроблення гідроізоляційних покриттів поверхневої дії при використанні наномодифікованих цементних композицій за рахунок направленої регулювання процесів їх структуроутворення при введенні комплексної добавки, яка включає алюмосилікати шаруватої будови та дисперговані у пластифікаторі вуглецеві наноречовини, при цьому спостерігається синтез впорядкованої щільної структури за рахунок епітаксіального нарощування продуктів гідратації (гідросилікатів та гідроалюмосилікатів) на поверхні вуглецевих нанодобавок, при зменшенні відкритої пористості цементного каменю в межах 65...75%;
- досліджено вплив структури алюмосилікатних добавок (каркасної, шаруватої) на зміну фазового складу новоутворень цементного каменю і їх морфологію в присутності нанодобавок різної форми (трубки, пластини), та показано, що утворена структура сприяє підвищенню властивостей композиційних матеріалів, таких як міцність,

водонепроникність, атмосферостійкість та корозійна стійкість.

#### **Практичне значення отриманих результатів:**

– удосконалено технологію введення вуглецевих нанодобавок до складу в'язучої речовини з метою їх рівномірного розташування в цементній матриці, яка полягає у диспергуванні наночастинок у розчині пластифікатора робочої концентрації за допомогою гомогенізатора кавітаційного принципу дії,

– розроблено і оптимізовано склади гідроізоляційних розчинів проникної дії на основі наномодифікованих цементів з добавками алюмосилікатів шаруватої та каркасної будови з покращеними експлуатаційними властивостями, в тому числі з високою водонепроникністю, тріщиностійкістю та корозійною стійкістю;

– розроблено технологічну схему виробництва і випущено дослідно-промислові партії сухих будівельних сумішей для отримання гідроізоляційних покриттів поверхневого та проникного способів дії.

**Оцінка висновків здобувача щодо значущості його роботи для науки і практики.** Одержані дисертантом результати мають важливе значення для науки, оскільки вони розкривають уявлення про направлене структуроутворення в наномодифікованих цементних композиціях з метою отримання гідроізоляційних розчинів та покриттів на їх основі для захисту бетонних і залізобетонних конструкцій.

#### **Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях.**

Основні наукові результати, отримані в результаті виконання дисертаційної роботи, опубліковані здобувачем і достатньо повно викладені в 50 наукових працях: 23 статті у наукових фахових виданнях; з них 5 включено до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus, WorldCat, Ulrich's Periodicals Directory та інші); 2- у періодичних виданнях іноземних держав, що індексуються наукометричними базами (Scopus, Index Copernicus), 10 статей в інших наукових виданнях України, 16 тез доповідей міжнародних та вітчизняних конференцій. Крім того, автором отримано 1 патент України на корисну модель. Позитивним фактом є публікація 10 одноосібних статей та тез доповідей на міжнародних конференціях.

Таким чином, матеріали досліджень здобувача за науковим рівнем і повнотою представлення у друкованих фахових виданнях повністю відповідають чинним вимогам МОН України та пройшли необхідну апробацію на шістнадцяти міжнародних та вітчизняних конференціях.

**Оцінка змісту дисертаційної роботи та її оформлення.** Дисертаційна робота Суханевич М.В. є завершеною науковою роботою, яка викладена на 275 сторінках друкованого тексту основної частини, що містить вступ, 6 розділів і висновки. Повний об'єм дисертації складає 350 сторінок і включає

47 таблиць і 90 рисунків, список використаних джерел з 305 найменувань, 9 додатків. Дисертаційна робота за формою відповідає вимогам, що висуваються до рукописів, поданих на здобуття наукового ступеня доктора наук.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, мета та задачі досліджень, сформульовано наукову новизну, практичну цінність отриманих результатів, відомості про структуру дисертації, публікації та апробацію результатів наукових досліджень.

У **першому розділі** наведено огляд наукових досліджень з питання отримання гідроізоляційних розчинів та покриттів на їх основі, проаналізовано принципи композиційної побудови, наведено основні способи наномодифікації композиційних будівельних матеріалів «зверху вниз» та «знизу вверху», проаналізовано найбільш ефективні нанорозмірні речовини, які використовують в цементних розчинах і бетонах і їх вплив на еструктурування штучного каменя. Сформульовані теоретичні передумови та наукова гіпотеза досліджень.

У **другому розділі** обґрунтовано вибір нанорозмірних матеріалів для модифікації цементної матриці з метою одержання в подальшому ефективних гідроізоляційних розчинів. У розділі наведено дослідження щодо вибору технології розміщення вуглецевих наноречовин у цементній композиції, описано пластифікуючі добавки, які можуть бути дисперсійним середовищем для вуглецевих нанотрубок і терморозширеного графіту. Вивчено процеси еструктурування в цементному камені при модифікації його неочищеними вуглецевими нанотрубками та показано формування переважно голчастих та волокнистих новоутворень, які армують штучний камінь на нанорівні.

В розділі представлено модель взаємодії комплексної добавки на основі полімерів аніонного типу з вуглецевими нанотрубками. Завершується розділ блок-схемою реалізації концепції синтезу наномодифікованих гідроізоляційних розчинів різного механізму діїб поверхневого та проникного.

У **третьому розділі** дисертації наведено моделі взаємодії гідроізоляційного покриття з неорганічною основою (поверхневий або проникний принцип дії), та показано різницю фізико-хімічних процесів, що протікають на границі поділу фаз при використанні наномодифікованих розчинів.

Розглянуті концепції адгезії та описаний процес взаємодії покриття і основи з використанням основних концепцій адгезії, і відповідності до якої основна роль у формуванні адгезійної міцності відводиться співвідношенню величин поверхневої енергії адгезива та субстрату. Особливо це стосується наномодифікованих покриттів, при взаємодії яких з основою акцент зміщується в бік переважання фізичної взаємодії внаслідок зростання поверхневої енергії в системі та прискорення процесу проникнення іонів в основу і формування кристалогідратів заданого складу.

Автором пояснюється формування міцного адгезійного шару в системі «покриття-основа» за рахунок хімічної взаємодії, дифузійного проникнення та електро-релаксаційної взаємодії.

Вивчено адгезію покриттів на основі традиційних та наномодифікованих цементних систем, і показано їх ефективність незалежно від механізму дії гідроізоляційних покриттів.

**В четвертому розділі** дисертаційної роботи теоретично обґрунтовано та практично доведено принципи композиційної побудови гідроізоляційних матеріалів проникної дії на нано-, мікро – і мезорівнях, показано їхню ефективність при розробці розчинів з покращеними експлуатаційними властивостями.

Поетапно проводилися досліди, які підтверджували теоретичні постулати про необхідність впливу на кожний рівень ієрархічної структури композиційного матеріалу.

В результаті досліджень було оптимізовано та вивчено наномодифіковані цементні композиції та гідроізоляційні розчини проникної дії на їх основі. Дослідження проводились з використанням традиційних методів дослідження відповідно до нормативних документів. Отримані результати порівнювались з існуючими аналогами на ринку України.

Експериментальні дані, одержані в роботі, дозволили окреслити принципи композиційної побудови наномодифікованих гідроізоляційних розчинів проникної дії, що полягають у послідовному формуванні кожного рівня ієрархічної структури штучного каменя: нано-, мікро- та мезорівнів шляхом підбору та оптимізації складових, які формують відповідний рівень.

**П'ятий розділ** роботи описує засади одержання гідроізоляційних покриттів поверхневої дії на основі наномодифікованих цементних композицій за рахунок регулювання мезо-, мікро- та нанорівня ієрархічної структури штучного каменя.

Розроблено принципи композиційної побудови модифікованих комплексною нанодобавкою гідроізоляційних покриттів проникаючої дії, які полягають у наступному:

– керування складом та структурою нанорівня досягається шляхом введення комплексу активних хімічних компонентів, відповідальних за проникнення в основу, та пластифікатора з нанодобавками (НВНТ або ТРГ), причому речовини мають створенню синергетичний ефект, виражений у покращенні гідрофізичних, фізико-механічних та корозійно захисних властивостей;

– направлене формування мікрорівня повинно сприяти гідратації гідросилікатних та гідроалюмосилікатних фа новоутворень, що досягається при використанні цементної матриці активних мінеральних добавок алюмосилікатного складу та техногенних продуктів (доменний гранульований шлак);

– направлене формування мезорівня передбачає створення ущільненої системи, яку можна покращити застосуванням меленого дрібного

заповнювача у поєднанні з дрібним заповнювачем фр.0,63 у оптимальному співвідношенні.

Показано, що для модифікації шлакомісткої цементної матриці найкраще обирати мікронаповнювачі алюмосилікатного складу каркасної або шаруватої будови з високою адсорбційною здатністю (бентоніти та цеоліти). Такий склад матриці дозволить формувати у складі новоутворень нерозчинні гідроалюмосилікатні сполуки, які сприяють формуванню водонепроникної структури покриттів поверхневого типу.

Оптимізацію складів розчинів здійснювали з використанням математичних методів планування експерименту. Розроблені покриття досліджували за стандартними методиками для сухих будівельних сумішей та показали достатню конкурентоспроможність за основними експлуатаційними властивостями, та більш високі показники за корозійною стійкістю у сульфатних середовищах.

**Шостий розділ** присвячено результатам впровадження наукових розробок в промислових умовах виготовлення гідроізоляційних розчинів за технологією сухих будівельних сумішей на промислових підприємствах Київської області та м. Умань.

Гідроізоляційні розчини проникної дії були використані для гідроізоляції внутрішньої поверхні стіни та підлоги цокольного приміщення промислового цеху ТОВ «ОПБМ» та внутрішню поверхню стін градирні. Загальний економічний ефект, отриманий при виготовленні 480 м<sup>2</sup> гідроізоляційного покриття проникної дії складає 33,4 тис. грн і досягається за рахунок використання відносно недорогих і недефіцитних сировинних матеріалів.

Економічний ефект від використання розробленого наномодифікованого гідроізоляційного розчину поверхневої дії, який було нанесено на зовнішню поверхню фундаменту виробничого приміщення ТОВ «Уманьрембуд» (м. Умань), становить 19 грн. на 1 м<sup>2</sup>. Загальний економічний ефект, отриманий при виготовленні 316 м<sup>2</sup> гідроізоляційного покриття поверхневої дії, становить 60,4 тис. грн.

Крім того, розроблені автором принципи та підходи до наномодифікації цементних композитів впроваджено в учбовий процес Київського національного університету будівництва і архітектури при підготовці бакалаврів і магістрів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» різних освітніх програм.

**Загальні висновки** повністю відображають результати виконаних досліджень.

**Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.** В цілому робота справляє позитивне враження коректним, всебічним і достатньо повним вирішенням поставлених актуальних науково-технічних задач. Оформлення дисертації відповідає вимогам ДСТУ 3008-95

«Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та вимогам МОН України. Мова і стиль викладення дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, позначені метою досліджень.

Автореферат дисертації **Суханевич Марини Володимирівни** за своїм змістом ідентичний матеріалам, викладеним в самій дисертаційній роботі і відображає її зміст та основні положення.

Констатуючи безперечне науково-практичне значення дисертації, слід відмітити **зауваження та побажання** до роботи:

1. В дисертації не достатньо чітко представлено, за яким критерієм були вибрані солі-електроліти і чому в дослідженнях використані саме натрієві солі, а не кальцієві.
2. Автором запропоновано вводити вуглецеві наноречовини в дисперсіях пластифікаторів різних типів, бажано продовжити ці дослідження, використавши сучасні види пластифікуючих добавок, в тому числі полікарбоксилатних, та розглянути можливість використання інших дисперсних середовищ, крім описаних в роботі.
3. Бажано було б визначити вплив умов експлуатації (вологість, температура навколишнього середовища та ін.) на зміну основних властивостей розробленого гідроізоляційного матеріалу.
4. Враховуючи можливість розширення галузей застосування розроблених гідроізоляційних матеріалів, бажано було б дослідити їх стійкість розробленого покриття в розчинах нафти, мазуту, бензину;
5. Бажано було навести порівняння властивостей отриманих покриттів з вітчизняними технічними рішеннями, такими як Віатрон та інші, і за якими властивостями розроблені матеріали є кращими, ніж існуючі аналізи.
6. При визначенні економічного ефекту впровадження результатів більш достовірним було б порівняння економічних показників розробленого гідроізоляційного матеріалу з гідроізоляційним матеріалом, представленим на ринку України марки «Віатрон».

**Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.** Робота демонструє науково обґрунтований підхід до досліджень, здатність автора узагальнювати та аналізувати інформацію. Основні положення дисертації відображені в авторефераті в повному обсязі.

Зауваження, зазначені у відгуку, не є принциповими і не зменшують значимості представленої дисертаційної роботи, яка є завершеним науковим дослідженням, містить наукові рішення, отримані автором самостійно шляхом теоретичних та експериментальних розробок.

Актуальність, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність, наукова новизна та практична цінність дисертаційної роботи не викликає сумнівів.

В цілому дисертаційна робота Суханевич М.В. "Наукові засади отримання гідроізоляційних розчинів на основі цементних композицій, модифікованих вуглецевими нанодобавками» є завершеною науковою працею, основні положення якої не викликають заперечень. Вона повністю відповідає вимогам, що висуваються до докторських дисертацій у відповідності з пп. 9, 10, 12, 13 та 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. за №567 зі змінами згідно з Постановами Кабінету Міністрів № 656 від 19.08.2015 р. та №1159 від 30.12.2015р., а її автор Суханевич М.В. заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби.

**Офіційний опонент**

Завідувач кафедри будівельних матеріалів та виробів  
Харківського національного університету  
будівництва та архітектури  
Міністерства освіти і науки України  
доктор технічних наук, доцент

Т. КОСТЮК



УКРАЇНА  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ  
№02071174

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ  
Офіційний секретар  
19 червня 2020  
І. БАБІВСЬКА