

**ВПЛИВ ЗНАКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА АДГЕЗИЮ
МОДИФІКОВАНОГО ГІПСОЦЕМЕНТНОГО БЕТОНУ ДО
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**INFLUENCE OF LOADS THAT CHANGE THE SIGN ON THE
ADHESION OF MODIFIED GYPSUM CEMENT CONCRETE TO
BUILDING STRUCTURES**

**Шишкін О.О., доктор технічних наук, професор, Криворізький
технічний університет, Кривий Ріг, Україна**

**Shyshkin O.O. Doctor of Tech. Sciences, Prof. National University of
Kryvyi Rih, Ukraine**

Наведено результати дослідження міцності зчеплення гіпсоцементного бетону, модифікованого сполуками заліза, в умовах дії знакозмінних навантажень та знакозмінних температур. Встановлено, що зменшення впливу знакозмінних навантажень і температури навколишнього середовища на властивості системи «ремонтний бетон – ремонтвана конструкція» можливе введенням у ремонтний бетон комплексної добавки, що є дисперсною системою «мінеральний комплекс на основі заліза – поліспирт», що сприяє покращенню якості ремонтних робіт за рахунок підвищення міцності контакту між елементами системи.

The results of the study of the adhesion strength of gypsum-cement concrete modified with iron compounds under the conditions of alternating loads and alternating temperatures are presented. Prolonged operation of buildings and structures of most Ukrainian enterprises necessitates the restoration of their operational properties. Particularly difficult is the question of restoring the performance properties of concrete structures exposed to water or other liquids. Another important factor influencing the final properties of the protective coating, especially the strength of its adhesion to the concrete of the structure being repaired, is the alternating loads arising in this coating due to technological equipment or explosive work in adjacent quarries observed in conditions of the Kryvyi Rih iron ore basin. The analysis of literature data showed that in the conditions of alternating mechanical influences it is most rational to use systems based on gypsum-cement binder, modified with a complex additive, which is a system "mineral complex based on iron - polyalcohol". the adhesion strength of gypsum cement stone and, consequently, concrete with the base, increasing the time of exposure to negative temperatures and the application of alternating load leads to a decrease in adhesion strength of repair concrete to the surface of the building under repair, reducing the impact of alternating loads and ambient temperature on system properties "Repair concrete - repaired structure" is possible by introducing into the repair concrete complex additives, which is a dispersed system "mineral complex based on iron - polyalcohol", which improves the quality of repair work by increasing the strength of contact between system, with the optimal ratio between the components of the complex additive mineral complex based on iron: "polyalcohol" is 10: 0.5 with its total content of 20% by weight

of the system Keywords: gypsum cement concrete, strength, iron compounds, polyalcohol.

Ключові слова: гіпсоцементний бетон, міцність, сполуки заліза, поліспирт

Key words: gypsum cement concrete, strength, iron compounds, polyalcohol

Вступ. Тривала експлуатація будівель і споруд більшості підприємств України зумовлює необхідність виконання робіт з відновлення їх експлуатаційних властивостей. Особливо складним є питання відновлення експлуатаційних властивостей бетонів конструкцій, що піддаються дії води чи інших рідин.

При цьому важливе значення має напрямок руху цих рідин через тіло конструкції. Так, є значна кількість бетонних і залізобетонних конструкцій, які виконують захисну або огорожувальну роль, наприклад, конструкції підземних споруд (тунелів, гірничих виробок, метрополітенів та інших, подібних до них).

Через тіло цих конструкцій, при втраті щільності бетоном в процесі експлуатації, починає просочуватися волога усередину споруди. Ліквідація даного явища питання досить складне і досі не вирішене остаточно.

Складність ремонту таких конструкцій полягає в тому, що застосовуване технічне рішення – омонолічування або покриття водонепроникними складами поверхні конструкцій, які влаштовуються з боку руху рідини в даному випадку виконати практично неможливо. Оскільки це пов'язано з необхідністю забезпечення доступу до зовнішньої поверхні конструкції, а, отже, до розтину її. При неглибокому закладанні зазначених конструкцій це ще можна виконати, хоча призводить до значних витрат праці, але при глибокому закладанні (гірські вироблення, метрополітени, тунелі під будівлями) це виконати неможливо. Створення захисного шару на внутрішній поверхні таких конструкцій ускладнюється необхідністю обмеження його товщини через обмеження можливості зменшення робочого простору споруди. Тому захисні покриття для таких конструкцій повинні мати досить високу водонепроникність, для можливості мінімізації їх товщини, та високу міцність зчеплення з бетоном конструкцій.

Ще одним важливим фактором, що впливає на остаточні властивості захисного покриття, особливо на міцність його зчеплення з бетоном конструкції, яку ремонтують, є знакозміні навантаження, що виникають у цьому покритті внаслідок роботи технологічного обладнання або вибухових робіт у прилеглих кар'єрах, що спостерігається в умовах Криворізького залізорудного басейну.

Однак вплив знакозміних механічних впливів при формуванні властивостей зазначених захисних покриттів на їх кінцеві властивості, зокрема, на міцність зчеплення із бетоном конструкцій, що ремонтуються,

одного з найважливіших показників якості ремонтних складів, в даний час практично не вивчений.

У зв'язку з цим проблема управління властивостями водозахисних покриттів бетону в умовах формування цих властивостей за дії знакозмінних механічних впливів, у тому числі сейсмічних, є в даний час актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Бетон являє собою дисперсну систему «цемент – комплексна добавка – заповнювач – вода», яка, згідно з визначенням [1], являє собою систему «матриця – поверхня розділу – заповнювач», в якій матрицею є дисперсна система «цемент – комплексна добавка – вода».

У процесі твердіння системи утворюється композиційний матеріал, пружні деформації якого, за дії зовнішнього навантаження, переважають над пластичними. Основною властивістю цього композиційного матеріалу, згідно з [1-4] і з урахуванням мети досліджень даної роботи, є міцність зчеплення з основою, з якою цей конгломерат контактував при твердінні.

Властивості бетону починають формуватися безпосередньо з змішування його компонентів. Тому адгезія цементного тіста до основи, на яку воно наноситься, є одним із факторів, що визначають кінцеву якість ремонтних бетонів та розчинів.

Відомі дослідження міцності зчеплення цементного тіста та інших захисних покриттів із бетонною поверхнею [4-7] виконувались в умовах відсутності дії тиску рідини з тіла бетону. Дані про вплив на міцність зчеплення цементного тіста та інших захисних покриттів з бетонною поверхнею знакозмінних механічних впливів практично відсутні, що й зумовило необхідність виконання таких досліджень.

Аналіз літературних даних [4, 8, 9] показав, що в умовах дії знакозмінних механічних впливів найраціональніше використовувати системи на основі гіпсоцементного в'язучого, модифіковані комплексною добавкою, що являє собою систему «мінеральний комплекс на основі заліза – поліспирт» з додатковим введенням в систему коригувальних добавок. Це дозволить забезпечити високу адгезію даної системи до матеріалів будівельних конструкцій за рахунок переведення значної кількості води в бетоні у зв'язаний стан та створення значної кількості контактів між компонентами цього бетону та матеріалом будівельної конструкції, а також утворенням продуктів взаємодії між іонами заліза та поліспирту, що підвищують щільність бетону.

Методика досліджень. У цій групі експериментів досліджувалась міцність зчеплення модифікованого гіпсоцементного тіста з бетонною поверхнею залежно від часу застосування та тривалості знакозмінних навантажень.

Параметрами варіювання даної системи були: вміст в гіпсоцементному тісті поліспирту, залізовмісних речовин, час початку

застосування і тривалість дії знакозмінних механічних впливів. Вихідним параметром – міцність зчеплення гіпсоцементного тіста з бетонною основою.

Цементне тісто готувалося на Криворізькому портландцементі, в який вводили гіпс і комплексну добавку, що є системою «мінеральний комплекс на основі заліза – поліспирт - коригувальна добавка» - добавка «ЖПС». Вміст мінерального комплексу на основі заліза в гіпсоцементному тісті, згідно з даними [4], завжди було прийнято 19% від маси системи. Приготовлене гіпсоцементне тісто наносили на поверхню спеціально підготовлених бетонних зразків-основи, отриману систему піддавали дії знакозмінних температурних та механічних впливів.

Температуру гіпсоцементного тіста змінювали від $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ до $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$ шляхом переміщення системи «гіпсоцементне тісто – основа» в морозильну камеру. Знакозмінні механічні навантаження створювали додаванням вібраційних навантажень частотою 3000 кол/хв. амплітудою 0,5 мм.

Результати досліджень. В умовах експерименту введення в гіпсоцементне тісто поліспирту (ПС) призводить до збільшення його адгезії (табл.1) при мінусовій температурі системи.

Таблиця 1

Адгезія цементного тіста до бетону при температурі системи $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$

Вміст ПС у цементі, %	Величина адгезії, кПа, при вмісті коригуючої добавки в цементі, %			
	0	0,2	0,4	0,6
0	0,20	0,28	0,34	0,36
0,1	1,69	1,92	2,15	1,85
0,15	2,38	2,45	2,49	2,35
0,20	1,61	2,12	2,12	1,86

Введення в гіпсоцементне тісто комплексної добавки «ЖПС» в умовах експерименту призводить до зниження впливу знакозмінних механічних впливів на міцність його зчеплення з бетонною основою (табл. 2).

В умовах заморожування гіпсоцементного тіста, після його нанесення на поверхню конструкції, збільшення часу до початку застосування знакозмінного навантаження до деякої величини призводить до збільшення міцності зчеплення гіпсоцементного тесту з основою (табл. 3).

Таблиця 2

Міцність зчеплення цементного тіста з основою

Наявність добавки	Міцність зчеплення, кПа, час до початку застосування знакозмінного навантаження, мін						
	0	10	30	50	70	100	150
без добавки	1,1	1,22	1,26	1,3	1,22	1,18	0,5
хлористий кальцій 1%	1,32	1,35	1,37	1,34	1,20	1,10	0,6
Силікат натрію 1%	1,36	1,38	1,35	1,31	1,20	1,00	0,5
ЖПС 20%	1,85	1,98	2,17	2,43	2,36	2,35	2,26

Примітка. Температура середовища твердіння (18 ± 2)°C.

Таблиця 3

Міцність зчеплення гіпсоцементного тіста з основою при заморожуванні системи

Умови заморожування	Міцність зчеплення, кПа, час до початку застосування знакозмінного навантаження, хв.							
	0	10	30	50	70	100	150	200
без заморожування	1,85	1,98	2,17	2,43	2,36	2,35	2,26	2,1
Заморожування 20 хв.	-	-	1,78	1,91	2,6	2,2	1,93	1,85
Те саме 40 хв.	-	-	-	1,62	1,86	1,94	1,9	1,73
Те саме 60 хв.	-	-	-	-	1,76	1,93	2,4	1,87

Примітка. Заморожування до температури (-10 ± 2)°C.

При цьому міцність зчеплення гіпсоцементного тіста з основою збільшується за дії знакозмінного навантаження, якщо початок її застосування не перевищує часу початку тужавіння гіпсоцементного в'язучого (табл. 4).

Збільшення часу дії знакозмінних навантажень у всіх випадках знижує міцність зчеплення гіпсоцементного тіста з основою (табл. 5), якщо час початку їх застосування перевищує час початку тужавіння гіпсоцементного в'язучого. І збільшує, якщо воно не перевищує часу початку тужавіння гіпсоцементного в'язучого.

Якщо знакозмінні навантаження впливають на систему «ремонтний бетон – конструкція, що ремонтується» після придбання ремонтним

бетоном певної міцності зчеплення з основою, їх вплив на властивості системи значно знижуються (табл.6).

Таблиця 4
Оптимальний час застосування знакозмінного навантаження

Умови твердіння	Час початку схоплювання гіпсоцементного в'язучого мін	Оптимальний час застосування знакозмінного навантаження, хв.
Температура (18±2)°С	30	22
Заморожування 20 хв.	50	42
Заморожування 40 хв.	100	95
Заморожування 60 хв.	120	110

Таблиця 5

Вплив часу застосування знакозмінного навантаження на міцність зчеплення гіпсоцементного тіста з основою

Час початку додатка знакозмінного навантаження, хв.	Міцність зчеплення, кПа, при додаванні знакозмінного навантаження, хв.				
	0	20	40	60	120
0	1,85	1,98	2,24	2,3	2,27
20	1,85	1,92	1,98	2,10	2,12
70	1,45	1,43	1,40	1,36	1,33
120	1,30	1,34	1,30	1,24	1,22

Примітка. Початок тужавіння гіпсоцементного в'язучого – 30 хв.

При цьому, чим вища міцність зчеплення бетону з основою в момент застосування знакозмінних навантажень, тим менший їх вплив.

Таким чином, вплив знакозмінних навантажень і температури навколишнього середовища на систему «ремонтний бетон – конструкція, що ремонтується» викликає зниження міцності зчеплення гіпсоцементного тіста ремонтного бетону з поверхнею будівельних конструкцій. При цьому

значну роль відіграє час початку застосування і тривалість цих впливів на цю систему.

Таблиця 6

Вплив початкової міцності гіпсоцементного каменю та часу застосування знакозмінного навантаження на міцність його зчеплення з бетонною поверхнею будівельної конструкції

Міцність цементного каменю, МПа	Міцність зчеплення, МПа, при тривалості дії знакозмінного навантаження, с.				
	0	20	40	60	120
0,5	2,1	1,9	1,86	1,82	1,75
1,2	2,4	2,3	2,26	2,23	2,21
1,8	2,5	2,45	2,42	2,40	2,38

Примітка. Температура твердіння $(-5 \pm 2)^\circ\text{C}$

Висновки

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що:

1. Знакозмінні температури та навантаження мають значний вплив на міцність зчеплення гіпсоцементного каменю, а, отже, і бетону з основою.

2. Збільшення часу впливу мінусових температур і застосування знакозмінного навантаження призводить до зменшення міцності зчеплення ремонтного бетону з поверхнею будівельної конструкції, що ремонтується.

3. Зменшення впливу знакозмінних навантажень та температури навколишнього середовища на властивості системи «ремонтний бетон – ремонтвана конструкція» можливе введенням у ремонтний бетон комплексної добавки, що є дисперсною системою «мінеральний комплекс на основі заліза – поліспирт», що сприяє покращенню якості ремонтних робіт за рахунок підвищення міцності контакту між елементами системи.

4. При цьому оптимальне співвідношення між компонентами комплексної добавки мінеральний комплекс на основі заліза: «поліспирт» становить 10:0,5 при її загальному вмісті в кількості 20% від маси системи.

References

1. Kompozytsiini budivelni materialy ta konstruksii znyzhenoї materialomistkosti / V.I. Solomatov, V.M. Vyrovyi, V.S. Dorofieiev, A.V. Sirenko. - K.: Budivelnyk, 1991. - 144 s.
2. Kuznietsova T.V., Kudriashov I.V., Tymashev V.V. Fizychna khimiia v'iazhuchykh materialiv. M: Vyshch.shk., 1989. -384 s.
3. Bazhenov Yu.M. Tekhnolohiia betonu. M.: Vyshch.shk., 1978.-449 s.
4. Shyshkin A.A. Spetsialni betony dlia posyleniia budivelnykh konstruksii, sheho ekspluatuiutsia za umov dii ahresyvnykh seredovyshch. Dys..... dokt. tekhn. nauk. Kryvyi Rih, 2003.-356 s.
5. Rudenko N.M. Tiazhki betony z vysokymy ekspluatatsiinymy vlastyvoistamy. - Dnipropetrovsk: Art-Pres, 1999. - 260 s.
6. Pshinko O.M. Pidvodne betonuvannia ta remont shtuchnykh sporud: Monohrafiia. - Dnipropetrovsk: Porohy, 2000. - 411 s.
7. Dyspersno-armovani pokryttia budivelnykh konstruksii ta tekhnolohichnoho obladnannia / V.I. Bolshakov, V.M. Derevianko - Dnipropetrovsk: Gaudeamus,2001. - 231 s.
8. Myronov S.A. Teoriia ta metody zymovoho betonuvannia. - M.: Budvydav, 1975. - 700 s.
9. Sizov V.M. Budivelni roboty u zymovykh umovakh. - M.: Hostsroiizdat, 1951. - 512 s.

Список використаних джерел

1. Композиційні будівельні матеріали та конструкції зниженої матеріаломісткості / В.І. Соломатов, В.М. Вировий, В.С. Дорофеев, А.В. Сіренко. - К.: Будівельник, 1991. - 144 с.
2. Кузнецова Т.В., Кудряшов І.В., Тимашев В.В. Фізична хімія в'язучих матеріалів. М: Виц.шк., 1989. -384 с.
3. Баженов Ю.М. Технологія бетону. М.: Виц.шк., 1978.-449 с.
4. Шишкін А.А. Спеціальні бетони для посилення будівельних конструкцій, що експлуатуються за умов дії агресивних середовищ. Дис..... докт. техн. наук. Кривий Ріг, 2003.-356 с.
5. Руденко Н.М. Тяжкі бетони з високими експлуатаційними властивостями. - Дніпропетровськ: Арт-Прес, 1999. - 260 с.
6. Пішнінко О.М. Підводне бетонування та ремонт штучних споруд: Монографія. - Дніпропетровськ: Пороги, 2000. - 411 с.
7. Дисперсно-армовані покриття будівельних конструкцій та технологічного обладнання / В.І. Большаков, В.М. Дерев'яно - Дніпропетровськ: Gaudeamus,2001. - 231 с.
8. Миронов С.А. Теорія та методи зимового бетонування. - М.: Будвидав, 1975. - 700 с.
9. Сізов В.М. Будівельні роботи у зимових умовах. - М.: Гостройиздат, 1951. - 512 с.