

## ВПЛИВ ОБРОБЛЕННЯ БЕТОНУ СИЛІЦІЙОРГАНІЧНИМИ ПОКРИТТЯМИ НА ЙОГО ДОВГОВІЧНІСТЬ

Ї Гивлюд М.М., Холод Н.П., Маргаль І.В., 2012

**Вивчено вплив оброблення бетону силіційорганічними покриттями на атмосферостійкість, гідрофобність та циклічну дію знакозмінних температур. Доведено, що розроблені склади захисних покриттів можуть значно збільшувати довговічність бетону, який експлуатується в умовах агресивних середовищ.**

**Ключові слова:** бетон, силіційорганічні покриття, довговічність.

**Influence of treatment of concrete by silicorganic coatings on weatherability, hydrophobicity and cyclic the action of alternating temperatures is studied. It is well-proven that compositions of sheeting are developed can considerably increase the durability of concrete which is exploited in the aggressive environments.**

**Key words:** concrete, silicorganic coatings, longevity.

**Постановка проблеми.** У реальних умовах експлуатації будівельні матеріали та вироби піддаються комплексній дії значної кількості несприятливих атмосферних чинників, накопичення яких значною мірою підвищує їх корозійну активність. Тому виникає доцільність у їх захисті та кількісній оцінці стійкості захисних покриттів для бетону до дії атмосферних впливів.

Сьогодні поширені антикорозійні покриття на основі мономерних та полімерних матеріалів і силіційорганічних сполук. Внаслідок надання виробам водовідштовхуючих властивостей та зменшення відкритої пористості вони підвищують довговічність матеріалів. Такі захисні покриття умовно ділять за ступенем розчинності у воді, органічних розчинниках та технологічними особливостями виробництва. Шляхом уведення до їх складу наповнювачів чи пігментів можливим є отримання матрично-армованих антикорозійних захисних покриттів.

Формування захисного шару при кімнатній температурі залежить від природи матеріалу та від виду покриття. Оскільки основою силікатних матеріалів є кристалічні і аморфні частинки, які певною мірою сумісні із силіційорганічними речовинами, це створює передумови надійного адгезійного контакту на межі поділу фаз.

**Аналіз останніх публікацій** вітчизняних та зарубіжних вчених показав, що уведення до складу захисного покриття наповнювача як антисептика створює можливість комплексного захисту бетону від руйнівної дії води та мікроорганізмів [1, 2]. Тому ставиться задача із врахуванням синергійної дії наповнювача та зв'язки створення просочувальної суміші і покриття комплексної дії [3]. Проте наявність у складі композиції для покриття не сумісних між собою речовин може привести до зниження захисного ефекту за рахунок утворення нових продуктів (ефект антагонізму) [4].

Особливу увагу приділено вивченню перебігу процесів взаємодії на межі покриття – силікатний матеріал в умовах його формування. Автори [5, 6] зв'язують ці процеси з особливостями будови як покриття, так і підкладки, а інші [7] із будовою та структурою обидвох складових. Важливим є також питання впливу усіх складових покриття, їх концентрації, структури матеріалу, умов закріплення на механізм перебігу процесів взаємодії на межі контакту.

Мета роботи полягає у встановленні впливу складу покриття для бетону на його довговічність за дії на нього агресивних атмосферних чинників.

**Результати досліджень.** У реальних умовах експлуатації на матеріали та вироби комплексно діють атмосферні чинники. Окрім того, їх накопичення значною мірою підвищує їх корозійну

активність. Тому виникає доцільність у кількісному оцінюванні стійкості розроблених складів захисних покриттів до дії атмосферних чинників.

Атмосферостійкість покриттів залежить від складу нанесеної на захищувані матеріали композиції, способу їх нанесення, температурного режиму затверднення тощо. Запропоновані склади захисних покриттів (див. табл. 1) наносили на попередньо оброблені поверхні шаром товщиною 0,4–0,6 мм. Затверднення покриття проходило за кімнатної температури протягом 24 годин для досягнення максимального ступеня мікротвердості (не менше за 150 МПа).

Таблиця 1

**Склади вихідних композицій атмосферо захисних покриттів для бетону**

№ з/п	Вміст компонента, мас. %				
	КО-08	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO	Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	каолінова вата
1	50	30	20	-	-
2	55	30	15	-	-
3	60	30	10	-	-
4	50	20	20	10	-
5	55	20	17,5	7,5	-
6	60	25	10	5	-
7	50	21	17	10	2
8	55	21	15	7,5	1,5
9	60	24	10	5	1

Формування покриття супроводжується процесами змочування і розтікання суспензії, утворення площі контакту між фазами та виникнення адгезійного зв'язку.

Прискорені дослідження щодо визначення атмосферостійкості показали високу ізолюючу здатність покриттів, яка залежить від вмісту зв'язки та наповнювача каоліну (табл. 2).

Таблиця 2

**Фізичні властивості захисних покриттів**

№ складу покриття	Крайовий кут змочування, градуси				Водопоглинання після 48 год експозиції, %	
	на сталі марки Ст 3		на бетоні		на сталі марки Ст 3	на бетоні
	293 К	243 К	293 К	243 К		
1	92	90	91	90	0,58	0,92
2	96	91	93	91	0,45	0,63
3	103	90	97	90	0,14	0,27
4	93	89	90	88	0,52	0,77
5	95	93	91	89	0,43	0,62
6	98	90	92	88	0,18	0,29
7	93	89	90	90	0,43	0,57
8	95	93	91	92	0,41	0,62
9	102	89	93	89	0,32	0,51

Крайовий кут змочування для всіх досліджуваних покриттів більший за 90 градусів, що підтверджує їх високу гідрофобність. Водопоглинання покриттів на бетоні практично у 1,5–2 рази вище, ніж аналогічний показник для сталі Ст 3 з рахунок нижчої суцільності, що визначається рельєфом поверхні.

Дослідження динаміки змін показників захисної здатності покриттів за дії атмосферних чинників вказує на погіршення їх властивостей, особливо для покриттів, наповнених каоліном за рахунок їх високої адсорбційної здатності.

Експлуатаційні властивості наповнених силіційорганічних покриттів значно змінюються за умов довготривалої дії від'ємних температур (експозиція 240 год.; T= 243 К, підкладка – Ст 3) (рис. 2).

Крайові кути змочування за вказаної температури становлять 88–93 градуси, тобто на 4–13 градусів менші за аналогічні дані за кімнатної температури (див. табл. 2). Максимальне значення гідрофобності спостерігається під час захисту покриттями складів № 2,5 і 8. Отже, стійкість захисних покриттів до дії від’ємних температур залежить переважно від вмісту поліметилфенілсилоксану та каоліну.

Як видно з рис. 2, залежність відносного ступеня екранування ( $X^1$ ) від тривалості експозиції для покриттів складу 2, 5 і 8, які мають найбільш стабільні властивості за дії від’ємних температур, має чітко визначений експериментальний характер. Після перших 48 год експозиції показник  $X^1$  досягає мінімуму, а до 96 год починається його значне піднімання з подальшим поступовим спадом. Значення відносного ступеня екранування стабілізується після 150 год експозиції, а після 240 год його значення становить 0,42...0,48.

Отже, дія від’ємних температур незначною мірою впливає на гідрофобність захисного покриття. Крайові кути змочування зменшуються не більше ніж на 4–13 градусів і для більшості покриттів перевищують 90 градусів, що пояснюється дією мінерального наповнювача, який значною мірою знижує дифузію води. Поряд з руйнівною дією води за від’ємних температур можлива деструкція самого матеріалу.

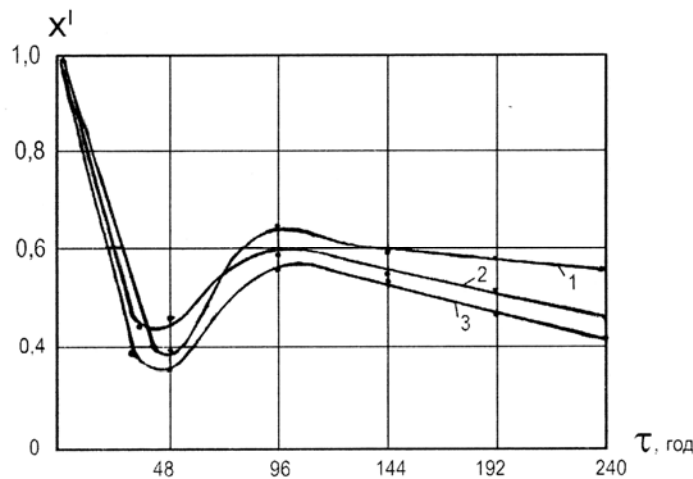


Рис. 1. Залежність відносного ступеня екранування від тривалості експозиції для покриттів складу: 1–№ 2; 2–№ 5; 3–№ 8 на Ст 3 за від’ємної температури (243 К)

Лабораторними дослідженнями встановлено, що циклічна дія знакозмінних температур значно більше впливає на гідрофобність (табл. 3). Крайовий кут змочування під час експозиції тривалістю 24 цикли зменшується на 10–18 градусів, а відносний ступінь екранування – на 0,04...0,08.

Таблиця 3

**Крайовий кут змочування покриттів після циклічної дії знакозмінних температур тривалістю 24 цикли**

№ складу покриття	Крайовий кут змочування, градуси	
	На Ст 3	На бетоні
1	81	78
2	88	83
3	95	91
4	75	72
5	89	85
6	87	81
7	85	77
8	86	79
9	98	81

Аналізуючи результати досліджень атмосферостійкості покриттів, необхідно зазначити, що запропонований метод механохімічного диспергування оксидів та силікатів у середовищі поліметилфенілсилоксану забезпечує формування матеріалу з покращеними ізолювальними та захисними властивостями. Дія атмосферних чинників не викликає глибокого руйнування захисних покриттів. Основні процеси окиснення проходять тільки у поверхневому шарі полімеру без значного вмісту наповнювача.

Те, що корозійні процеси проходять у поверхневих шарах покриття, підтверджується зміною їх шорсткості. Після випробувань в умовах сухого (вологість до 60%) та вологого (вологість до 90%) середовища протягом 1 року максимальне збільшення шорсткості  $R_a$  та  $R_z$  виявлено для складу № 9 (на 48,9%) і мінімальне – для складу № 5 (на 25%), максимальний і мінімальний показники шорсткості становили відповідно 0,683 і 0,487 мкм (у сухих умовах). У вологих умовах максимальне збільшення шорсткості встановлено для складу № 6 (на 80,4%). мінімальне – для складу № 1 (на 54,8%), значення максимальної і мінімальної шорсткості складають відповідно 1,331; 1,573 мкм (табл. 4).

Таблиця 4

#### Зміна шорсткості поверхні покриттів під час випробувань

№ складу покриття	Показник $R_a$ (чисельник) та $R_z$ (знаменник), мкм	
	у сухих умовах	у вологих умовах
1	0,323 / 0,521	0,412 / 0,912
2	0,357 / 0,537	0,391 / 1,141
3	0,412 / 0,683	0,382 / 1,240
4	0,352 / 0,487	0,253 / 1,007
5	0,381 / 0,510	0,286 / 1,217
6	0,351 / 0,612	0,308 / 1,573
7	0,287 / 0,492	0,408 / 0,978
8	0,312 / 0,572	0,398 / 1,127
9	0,308 / 0,603	0,348 / 1,331

Примітка:  $R_a$  – значення шорсткості до випробування;  $R_z$  – значення шорсткості після випробування

Отже, мінімальне значення шорсткості характерне для покриття складу № 5, а максимальне – складу № 9. Корозійні процеси у вологих умовах проходять інтенсивніше, про що свідчать вищі значення.

Збільшення показника шорсткості підтверджується зміною мікроструктури поверхні захисних покриттів (рис. 2).

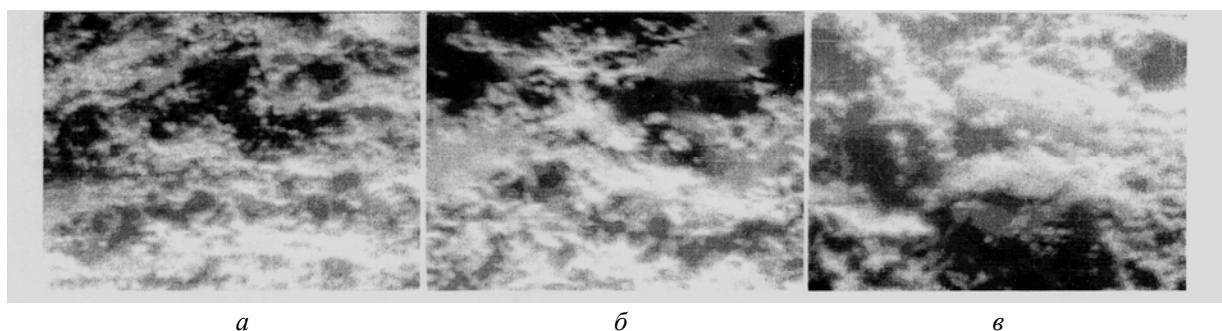


Рис. 2. Мікроструктура поверхні захисного покриття (склад № 5) після випробувань: а – вихідний; б – у сухих умовах; в – у вологих умовах (x 1000)

Найінтенсивнішим є цей процес на поверхні покриття складу № 5. Руйнування відбувається на окремих ділянках площею 200×400 мкм.

Адгезійний контакт з поверхнею металу для всіх досліджуваних захисних покриттів міцний, і його руйнування внаслідок дії зовнішнього середовища не виявлено.

1. Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модры С., Шисиль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах. – М., 1990. – 264 с. 2. Бліхарський З.Я., Стацук М.Г., Малик О.М. Моделивання корозійних руйнувань залізобетонних балок в агресивному середовищі // Захист від корозії і моніторинг залишкового ресурсу промислових будівель, споруд та інженерних мереж. – Донецьк, 2003. – С. 318–324. 3. Лучко Й.Й., Глагола І.І., Козаревич Б.Л. Методи підвищення корозійної стійкості та довговічності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд. – Львів: Каменяр, 1999. – 229 с. 4. Лантух-Лященко А.І. Теоретичні засади прогнозу ресурсу залізобетонних елементів мостів // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка” “Теорія і практика будівництва”. – 2010. – № 662. 5. Руководство по определению диффузионной проницаемости бетона для углекислого газа. – М.: НИИЖБ, 1974. – 20 с. 6. Жаростійкі антикорозійні захисні покриття для конструкційних матеріалів / М.М. Гивлюд, В.А. Свідерський, А.Б. Федунь // Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів: Мат-ли III Міжн. конф. – Львів, 1996. – С. 182–184. 7. Комаровский А.А. Неразрушающий контроль прочности легких бетонов с учетом возраста и влажности / В.А. Лемешко // Строительные материалы и изделия. Реферативная информация. Сер. VII. – 1977. – С. 7–9.

УДК 624.04

Д.Г. Гладішев<sup>1</sup>, Г.М. Гладішев<sup>2</sup>  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
<sup>1</sup>ІАРХ, кафедра архітектурних конструкцій,  
<sup>2</sup>ІБІД, кафедра будівельних конструкцій та мостів

## ДІАГНОСТИКА БЕТОНУ РОСТВЕРКУ ФУНДАМЕНТУ ТА ПІДГОТОВКИ ПІД МЕТАЛЕВУ РАМУ КОМПРЕСОРА

© Гладішев Д.Г., Гладішев Г.М., 2012

Наведено методи діагностики і результати досліджень міцності бетону ростверку фундаменту під компресор. Описано причини виникнення та розвитку тріщин у підготовці під металеву раму компресора. Наведено рекомендації із забезпечення надійної роботи фундаменту.

**Ключові слова:** ростверк, компресор, технічний стан.

**In-process the resulted methods of diagnostics and results of researches of durability of concrete to the grillage of foundation are under a compressor. The described reasons of origin and development of cracks are in a sauce under the metallic frame of compressor. The resulted recommendations are from providing of reliable work of foundation.**

**Key words:** the grillage, compressor, technical state.

**Постановка проблеми.** У процесі налагодження компресора AJAX OPC 2804 американської фірми COOPER COMPRESSION на компресорній станції “Держів” автори виконали дослідження технічного стану бетону підготовки та бетону ростверку пальового фундаменту під цей компресор (рис. 1).

Налагоджували компресор представники фірми COOPERR ENERGY SERVICES. Ця фірма для прийняття компресора на гарантійне обслуговування звернулася до замовника НАК „Нафтогаз України” щодо перевірки якості виконання робіт з улаштування фундаменту компресора підрядною організацією ГПУ “Львігазвидобування” з огляду забезпечення проектної міцності бетону ростверку та якості бетонної підготовки під раму компресора.

**Мета та задачі досліджень.** Метою дослідження було виконання робіт із визначення: класу бетону ростверку фундаменту; класу бетону підготовки під раму компресора; глибини проникнення