УДК 666.395

М.М. Гивлюд, д-р техн. наук, професор (Національний університет "Львівська політехніка"),
Д.В. Смоляк (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ВПЛИВ ОБРОБЛЕННЯ БЕТОНУ СИЛІЦІЙОРГАНІЧНИМИ ПОКРИТТЯМИ НА ЙОГО ДОВГОВІЧНІСЬ

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

Ключові слова: силіційорганічні покриття, знакозмінні температури, захисні покриття, довговічність бетону, агресивні середовища, атмосферостійкість, гідрофобність.

Постановка проблеми. У реальних умовах експлуатації будівельні матеріали та вироби зазнають комплексного впливу значної кількості несприятливих атмосферних чинників, накопичення яких значною мірою підвищує їх корозійну активність. Тому стає доцільним їх захист та кількісна оцінка стійкості захисних покриттів для бетону до дії атмосферних впливів.

На сьогодні широко використовуються антикорозійні покриття на основі мономерних та полімерних матеріалів і силіційорганічних сполук. Вони надають виробам водовідштовхувальних властивостей та зменшують відкриту пористість і тим самим підвищують довговічність матеріалів. Такі захисні покриття умовно ділять за ступенем розчинності у воді, органічних розчинниках та технологічними особливостями виробництва. Шляхом введення 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, то це створює передумови надійного адгезійного контакту на межі поділу фаз.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Аналіз останніх публікацій вітчизняних та зарубіжних вчених показав, що введення до складу захисного покриття наповнювача, який виступає у ролі антисептика, створює можливість комплексного захисту бетону від руйнівної дії води та мікроорганізмів [1,2]. Тому ставиться задача із врахуванням синергічної дії наповнювача та зв'язки створити просочувальну суміш і покриття комплексної дії [3]. Проте наявність у складі композиції для покриття несумісних між собою речовин може призвести до зниження захисного ефекту через утворення нових продуктів (ефект антагонізму) [4].

Особливу увагу приділено вивченню перебігу процесів взаємодії на межі покриття–силікатний матеріал в умовах його формування. Автори Вахула О.М., Топилко Н.І. та Ємченко І.В. зв'язують ці процеси з особливостями будови як покриття, так і підкладки, а інші – Пащенко А.А., Свидерський В.А., Лавриненко СВ. – з будовою та структурою обох 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 полягас у встановленні впливу складу покриття бетону на його довговічність в умовах дії на нього агресивних атмосферних чинників.

Результати досліджень

В реальних умовах експлуатації матеріали та вироби зазнають комплексного впливу значної кількості атмосферних чинників. Окрім того, їх накопичення значною мірою підвищує їх корозійну активність. Тому стає доцільною кількісна оцінка стійкості розроблених складів захисних покриттів до дії атмосферних чинників.

Атмосферостійкість покриттів залежить від складу нанесеної на захищувані матеріали композиції, способу їх нанесення, температурного режиму тверднення тощо. Запропоновані склади захисних покриттів (див. табл.1) наносили на попередньо оброблені поверхні шаром товщиною 0,4-0,6 мм. Тверднення покриття проходило за кімнатної температури (20^0C) упродовж 24 годин для досягнення максимального ступеня мікротвердості (не менше 150 МПа).

Таблиця 1

Склади вихідних композицій атмосферозахисних покриттів

№ з/п	Вміст компонента, мас. %				
	КО - 08	Al_2O_3	ZnO	$NaSiF_6$	Каолінова вата
1	50,0	30,0	20,0	-	-
2	55,0	30,0	15,0	-	-
3	60,0	30,0	10,0	-	-
4	50,0	20,0	20,0	10,0	-
5	55,0	20,0	17,5	7,5	-
6	60,0	25,0	10,0	5,0	-
7	50,0	21,0	17,0	10,0	2,0
8	55,0	21,0	15,0	7,5	1,5
9	60,0	24,0	10,0	5,0	1,0

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 наповнювача та зв'язки.

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 завдяки нижчій суцільності, що визначається рельєфом поверхні (табл. 2).

Таблиця 2

Фізичні властивості захисних покриттів

№ складу покриття	Крайовий кут змочування, градуси				Водопоглинання після 48 год експозиції, %	
	на сталі марки Ст3		на бетоні		на сталі марки Ст3	на бетоні
	293^0 К	243^0 К	293^0 К	243^0 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

Дослідження динаміки змін показників захисної здатності покриттів під дією атмосферних чинників вказує на погіршення їх властивостей, особливо для покриттів наповнених каоліном через їх високу адсорбційну здатність.

Експлуатаційні властивості наповнених силіційорганічних покриттів суттєво змінюються в умовах довготривалої дії від'ємних температур (експозиція 240 год; Т = 243^0 К, підкладка – Ст 3)

Крайові кути змочування за вказаної температури становлять 88-93 градуси, що на 4-13 градусів менше порівняно із аналогічними даними 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 в основному від вмісту поліалюмосилоксану та каоліну.

Як видно з рис 1, залежність відносного ступеня екранування (X^i) від тривалості експозиції для покриттів складу № 2, 5 і 8, які мають найбільш стабільні властивості за дії від'ємних температур, має чітко визначений екстремальний характер. Після перших 48 год експозиції показник X^i досягає мінімуму, а до 96 год починається його значне зростання з наступним поступовим спадом. Значення відносного ступеня екранування стабілізується після 150 год експозиції, а після 240 год його значення становить 0,42-0,48.

Таким чином, 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 значно знижує дифузію води. Поряд з руйнуючою дією води за від'ємних температур можлива деструкція самого матеріалу.

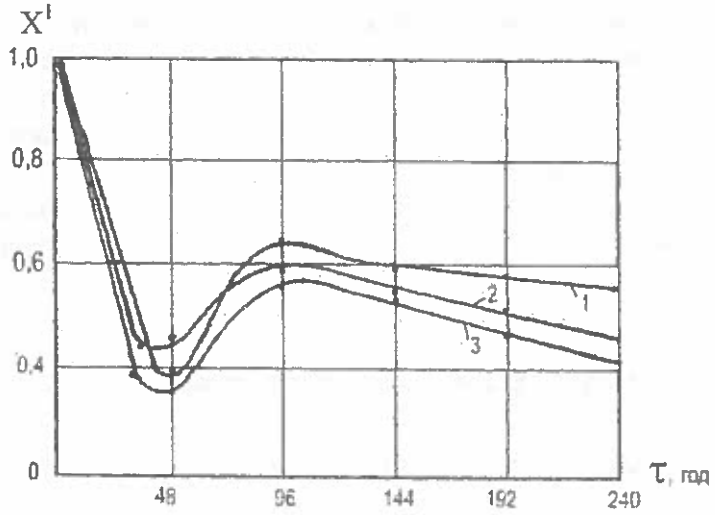

Рис. 1. *Залежність відносного ступеня екранування від тривалості експозиції для покриттів складу:*
1 – № 2; 2 – № 5; 3 – № 8 на Ст3 за від'ємної температури (243^0 К)

Лабораторними дослідженнями встановлено, що циклічна дія знакозмінних температур значно глибше 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.

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

Таблиця 3

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

№ складу покриття	Крайовий кут змочування, градуси	
	на Ст3	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

Той факт, що корозійні процеси проходять у поверхневих шарах покриття підтверджується зміною їх шорсткості. Після випробувань в умовах сухого (вологість до 60%) та вологого (вологість від 60% 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 становлять відповідно 1,331 і 1,573 мкм (табл. 4).

Таблиця 4

Зміна шорсткості поверхні покриттів під час випробування

№ складу покриття	Показник R_a (чисельник) та R_z (знаменник), мкм	
	у сухих умовах	у вологих умовах
1	0,323/0,512	0,412/0,912
2	0,357/0,537	0,319/1,141
3	0,412/0,683	0,382/1,240
4	0,352/0,487	0,253/1,007
5	0,318/0,510	0,268/1,217
6	0,351/0,612	0,308/1,573
7	0,278/0,492	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 – для складу № 9. Корозійні процеси у вологих умовах перебігають інтенсивніше, про що свідчать більш високі значення R_a та R_z.

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

а б в

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

Найбільш інтенсивно цей процес проходить на поверхні покриття складу №5. Руйнування відбувається на окремих ділянках розміром 200 х 400 мкм.

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

Висновок: Результати досліджень підтверджують можливість використання розроблених складів покриттів для атмосферо- та вогнезахисту бетону.

Список літератури:

1. Некрасов К.Д., Шейкин А.Е. Влияние нагревания на прочность тяжелого бетона. Труды НИИЖБ «Жаростойкие бетоны», Госстройиздат, – 1964, с. 57-69.

2. Юзьків Т.Б., Лоза М.З. Вплив високих температур на міцність композиційних портландцементів з механохімічною активацією. Збірник наукових праць „Пожежна безпека", №6, ЛІПБ, 2005 р. С. 68-70.

3. Гивлюд М.М., Свідерський В.А., Федунь А.Б. Жаростійкі антикорозійні захисні покриття для конструкційних матерілів. Мат. III Міжн. конф. Львів, 1996. – С. 182-184.

4. Гивлюд М.М., Вахула О.М., Топилко Н.І. Вплив температури нагрівання на процеси масопереносу в зоні контакту покриття-підкладка // Вісн. нац. ун-ту „Львівська політехніка" „Хімія, технологія речовин та їх застосування" – 2004. – №497. – С. 131-134.

5. Пащенко А.А., Свидерский В.А., Лавриненко С.В. Коррозионная стойкость кремнийорганических покрытий // Лакокрасочные материалы и их применение. М.: 1984, №5. – С. 31-32.

6. Смченко І.В., Гивлюд М.М. Вплив каоліну на технологічні властивості та структуру наповнених сицілійорганічних покриттів // Вопросы химии и химической технологии, Днепропетровск, 2008, №3, с. 97-98.

Н.Н. Гивлюд, Д.В. Смоляк

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ БЕТОНА КРЕМНИЙ ОРГАНИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ЕГО ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Изучено влияние обработки бетона силицийорганическими покрытиями на атмосферостойкость, гидрофобность и циклическое действие знакопеременных температур. Доказано, что разработанные составы защитных покритий могут значительно увеличивать долговечность бетона, работающего в условиях агрессивных сред и воздействия огня.

Ключевые слова: силицийорганические покрытия, знакопеременные температуры,защитные покрития, долговечность бетона, агрессивные среды, атмосферостойкость, гидрофобность.

M.M. Gyvlud, D.V. Smolyak

EFFECT OF ORGANIC HANDLING CONCRETE SILICIUMCOATINGISITSLONGEVITI

The influence of concrete processing by sylitsiyorganic coatings on the the atmosphere-protection, and hydrophobicity of cyclic alternating temperatures. It is proved that developed warehouses protective coatings can greatly increase the durability of concrete, which is operated in a hostile environment and fire impact.

Key words: sylitsiyorganic coatings, alternating temperatures, protective coatings, durability of concrete, a hostile environment, atmosphere, hydrophobicity.

❖ ❖ ❖