

АРХІТЕКТУРА

УДК [725.95:691.328].004.5:678.6

АНАЛІЗ ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ДЕСТРУКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА АРХІТЕКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ З ПОЛІМЕРБЕТОНУ

К. С. Харченко, к. т. н., доц.

Ключові слова: вид полімерного в'язучого, полімербетон, агресивне середовище, деструкція

Постановка проблеми. Розвиток процесу урбанізації, зростання кількості промислових об'єктів, постійне підвищення щільності транспорту в мегаполісах супроводжуються низкою негативних явищ, і передусім накопиченням в атмосфері різних газо- та пароподібних забруднювачів.

Дніпропетровська область – один із найбільш індустріально розвинених регіонів України. Однією з найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості Дніпропетровської області є металургія, яка включає в себе коксове, прокатне виробництво та інше. Технології, що застосовуються на значній частині підприємств металургійної галузі, застарілі, їх вплив на навколишнє природне середовище проявляється в гігантських відвалах кар'єрів та шламонакопичувачах Кривбасу, м. Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ та ін. Унаслідок діяльності підприємств гірничо-металургійного комплексу виникають значні забруднення атмосферного повітря, зсувонебезпечні явища, підтоплення населених пунктів та сільськогосподарських угідь. Негативний вплив на навколишнє природне середовище здійснюють утворені гігантські відвали кар'єрів та шламонакопичувачів.

На території Дніпропетровської області розташовано 540 підприємств, що звітують перед органами Держкомстату України за формою № 2-ТП (повітря), викиди шкідливих речовин в атмосферу, на прикладі 2010 року, становили від них 933,106 тис. т, що на 141,02 тис. т (17,8 %) більше, ніж за 2009 рік. У складі викинутих забруднювальних речовин – 388,17 тис. т оксиду вуглецю, 233,275 тис. т – діоксиду та інших сполук сірки, 126,902 тис. т – речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, 102,7 тис. т – метану, 56,96 тис. т – сполук азоту, 14,0 тис. т – металів та їх сполук тощо. У загальному обсязі шкідливих викидів кількість газів, що можуть створювати парниковий ефект, становила 103,3 тис. т (11,1 %), з них 99,4 % – метан, решта – оксид азоту і фреони. Крім того, за 2010 рік в атмосферу надійшло 18,8 млн т діоксиду вуглецю. У середньому одним підприємством області за 2010 рік викинуто в атмосферу 1 728 т забруднювальних речовин, що на 655 т менше проти 2009 року.

Основними складовими надходження окислів азоту та сірчаного газу в атмосферу є викиди продуктів високотемпературного спалювання палива (вихлопні гази автотранспорту, авіації, викиди промислових підприємств і теплових електростанцій). Оксиди нітрогену та сірчаний газ, з'єднуючись із водою, утворюють азотну та сірчану кислоти, які випадають кислотними дощами. Краплі такого дощу спричиняють руйнування зовнішнього шару полімербетону, підкислення ґрунту, поверхневих і підземних вод, що спонукає до створення більш стійких до впливу агресивного (кислотного) середовища полімербетонів. За рівнем концентрації в атмосферному повітрі особливо контрастно, на тлі усіх забруднювальних речовин, виділяється діоксид азоту. Оксиди азоту за участю ультрафіолетової сонячної радіації з вуглекислими сполуками утворюють різні продукти фотохімічної реакції. В умовах невинного зростання антропогенного навантаження необхідно мати різноманітну та детальну інформацію про фактичний стан агресивного навколишнього середовища.

Мета роботи – проаналізувати фактори впливу зовнішнього агресивного середовища на архітектурні елементи та конструкції з полімербетону, та виявити основні види руйнування полімербетонів.

Виклад основного матеріалу. Протягом тривалого часу Дніпропетровська область за рівнем техногенного навантаження стійко утримує другу позицію в Україні після Донецької. Обсяги валових викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря складають понад 16,2 % від загальнодержавних, обсяги скиду зворотних вод складають 14,5 % відповідно. Також

проблемою в області є великі обсяги накопичення промислових і побутових відходів і недостатній рівень їх утилізації та низький відсоток заповідності регіону. Незважаючи на високий рівень техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, останнім часом має місце тенденція до стабілізації екологічної ситуації в регіоні.

Висока міцність, гарний зовнішній вигляд, стійкість до корозійних процесів, висока стійкість до впливу кислот та інші властивості полімерних матеріалів роблять їх цікавими для широкого використання у будівництві, незважаючи на досить високу ціну полімерного в'язучого. Підвищення вимог до експлуатаційних характеристик будівельних виробів сприяло розробці цілої низки нових композиційних матеріалів. Аналіз патентної і науково-технічної літератури показав, що в даний час широко використовуються матеріали, які поєднують найважливіші властивості природних високоміцних матеріалів із полімерними матеріалами, це дозволяє одержувати матеріали із заданими властивостями (здатними працювати в певних агресивних умовах). Різновидами таких матеріалів є полімеррозчини, полімерцементні композиції та полімербетони, які широко застосовуються в промисловому і цивільному будівництві.

Полімерцементні розчини та полімербетони характеризуються наявністю двох активних складових – мінерального в'язучого і органічного полімеру. Полімербетони, полімерцементи та полімеррозчини можуть бути отримані практично з будь-якого синтетичного в'язучого і на будь-якому виді наповнювача і заповнювача. Через такий критерій як вартість, а також виходячи з тих вимог, які пред'являються до полімербетонів щодо щільності, міцності, деформаційності, хімічної стійкості й низки інших характеристик, у виробництві полімербетонів застосовується порівняно невеликий (12 – 15 видів) набір полімерних в'язучих. Проте, якщо врахувати різні комбінації між цими мономерами й олігомерами і можливість модифікації полімерних в'язучих певного виду добавками, кількість уживаних на разі полімерних в'язучих зростає до декількох десятків.

Важливий фактор, що визначає властивості полімербетонів, – вид полімерного в'язучого та вид затверджувальної суміші. Класифікація полімербетонів за видами полімерного в'язучого та твердника наведено у таблиці 1.

Аналіз найпоширеніших агресивних середовищ і деструкційних процесів, що спостерігаються у полімербетонних елементах, показав, що за родом впливу на полімерні матеріали всі зовнішні дії можна поділити на два види.

До першого належать дія води і деяких інших рідких середовищ, що спричиняють у полімері оборотне адсорбційне пониження міцності.

До другого – дії, що викликають незворотні деструкційні процеси.

Вплив агресивного середовища, що спричиняє незворотні деструкційні процеси в полімерних матеріалах, можна поділити на три основні групи, які спричиняють:

- розчинення полімеру різними розчинниками;
- прискорення утворення вільних радикалів і атомів;
- хімічну взаємодію з агресивними продуктами, пов'язану з руйнуванням молекул полімеру.

Перша група — розчинення різними розчинниками полімерного в'язучого. Для в'язучого на основі терморективних смол, що мають просторове зшивання, ця дія виявляється в обмежених межах. Хоча слід зазначити, що для кожного виду в'язучого можуть бути знайдені вельми активні розчинники.

Для полімербетонів на основі термопластичних полімерів інтенсивність дії розчинників може значно зростати, в цьому випадку необхідно ретельніше враховувати умови експлуатації і види допустимих розчинників, що впливають на полімербетони.

Друга група об'єднує деструкційні процеси, пов'язані з дією теплоти і різних випромінювань. Відомо, що у багатьох випадках активну участь у деструкції полімерів беруть вільні радикали й атоми, які з'являються в полімері під дією теплоти, сонячної радіації і радіаційного випромінювання. Будучи агресивними за своєю природою, вільні радикали й атоми руйнують полімерні молекули, уламки яких утворюють нові радикали, які також включаються в процес руйнування. В результаті структура полімеру, його хімічний склад і молекулярна маса змінюються, а внаслідок цього змінюються і фізико-механічні властивості полімеру.

Як правило, такі деструкційні процеси найінтенсивніше перебігають у термопластичних полімерах, що мають лінійну структуру. В цьому випадку деструкцію полімерів можна суттєво

уповільнити, блокуючи вільні радикали — як ті, що виникають спочатку, так і ті, що утворюються як вторинні продукти реакцій. Для цього у полімер вводять різні стабілізатори на основі похідних фенолів, амінів, сульфідів, фосфорорганічних сполук в кількості від 0,1 до 3 %.

Таблиця 1

Класифікація полімербетонів за видами полімерного в'язучого та твердника

№	Клас полімербетонів	Вид полімербетону	Вид твердника	Синтетичні смоли	Твердник
I	Фуранові	Фурфууролацетоновий	Кислотний	Фурфууролацетонова смола ФА та ФАМ	Бензолсульфокислота (БСК), компаунд серної кислоти (СККП)
		Фураново-фенолоформальдегідний	Кислотний	Фураново-фенолоформальдегідний компаунд	БСК, СККП
		Фураново-меламіновий	Кислотний	Фураново-меламіновий компаунд	БСК, СККП
		Фуриловий	Кислотний	Фуриловий спирт	БСК, хлорне залізо
	Фенольні	Фенолоформальдегідний	Кислотний	Фенолоформальдегідні смоли СФЖ-3032, СФЖ-3016 та ін.	БСК, контакт Петрова
	Карбамідні	Карбамідний	Кислотний	Мочевиноформальдегідна смола смола, КФЖ та ін.	БСК, Фосфорна кислота, солянокислий анілін
II	Ацетоноформальдегідні	Ацетоноформальдегідний	Лужний	Ацетоноформальдегідна смола АЦФ-2 та АЦФ-3	Na OH 25 % та поліетиленполіамін (ПЕПА)
III	Поліефірні	Поліефірмалеїлатний	Переокисні	Поліефірні смоли ПН-1, ПН-3, ПН-62 та ін.	Ініціатори – перекиси та гідроперекиси; Пришвидшувач – нафтенат кобальту та ін.
		Поліефіракрилатий	Переокисні	Поліефірні смоли МГФ-16, ТГМ-3	Ініціатори – перекиси та гідроперекиси
	Вінілові	Вініловий	Переокисні	Мономер метакрилат ММА та ін.	Ініціатори – перекиси та гідроперекиси
IV	Епоксидні	Епоксидний ЕД	Амінні та ін.	Епоксидні смоли ЕД-16, ЕД-20, ЕД-22 та ін.	Поліетиленполіамін (ПЕПА) та ін.
		Епоксидний ЕД	Амінні та ін.	Епоксидно-поліамідний компаунд	(ПЕПА) та ін.
		Фураново-епоксидний	Амінні та ін.	Фураново-епоксидний Компаунд ФАЕД	(ПЕПА) та ін.

Третя група-деструкція полімерів, пов'язана з іонними і молекулярними процесами руйнування, які в більшості випадків відбуваються під дією кислот, окислювачів і лугів. За десять років показники діаксиду азоту (випадіння кислотних дощів) в атмосферному повітрі м. Дніпропетровськ перевищували ГДК (гранично допустиму концентрацію) у 3 – 4 рази.

Таким чином, класифікуючи все різноманіття агресивних середовищ і зовнішніх процесів за їх характерними діями, узагальнивши результати досліджень і матеріали обстежень

полімербетонних елементів і конструкцій, що експлуатуються за дії зовнішніх агресивних середовищ, ми можемо виділити чотири основні типи деструкції полімербетонів (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація процесів деструкції полімербетонів

Тип	Природа дії	Деструкційні процеси	Фактор, що зумовлює деструкцію
I	Фізичні процеси (насичення рідкими неагресивними речовинами)	Адсорбція і проникнення поверхневої енергії твердого тіла	Швидкість дифузії, напружений стан
II	Фізико-хімічні процеси (дія розчинника)	Розчинення полімерного в'язучого	Швидкість дифузії, напружений стан
III	Фізичні процеси (дія температури, сонячної радіації та радіаційного випромінювання)	Фізико-хімічна деструкція	Інтенсивність дії
IV	Хімічна взаємодія агресивних середовищ із полімерним в'язучим	Кислотна деструкція, окислювальна дисперсія, вапняна деструкція	Швидкість дифузії, концентрація агресивного середовища, напружений стан, температура

До першого типу деструкції можуть бути віднесені всі оборотні процеси, що виникають у полімербетонах за дії води й інших неагресивних рідин. Унаслідок дифузії рідини в глибокому матеріалі відбувається збільшення маси й адсорбційне зниження міцності. Під час висихання, тобто видалення рідини з матеріалу, первісна маса і міцність практично відновлюються.

До другого типу деструкції можна віднести процеси, що викликають розчинення полімеру і його вимивання зі структури полімербетону. При цьому відбувається зменшення маси матеріалу і зниження міцності.

До третього типу деструкції відносять процеси деструкції полімерного сполучного, пов'язані з появою вільних радикалів і атомів. Цей вид деструкції викликає крихкість матеріалу і зниження міцності. При цьому помітної зміни маси матеріалу не спостерігається.

Четвертий тип деструкції полімерного сполучного пов'язаний із руйнуванням молекул полімеру за впливу кислот, окислювачів і лугів. Цей вид викликає збільшення маси, зниження міцності і розтріскування матеріалу.

Висновки. В умовах невинного зростання антропогенного навантаження необхідно мати різноманітну та детальну інформацію про фактичний стан агресивного навколишнього середовища. За рівнем концентрації в атмосферному повітрі особливо контрастно, на тлі усях забруднювальних речовин, виділяється діоксид азоту. Оксиди азоту за участю ультрафіолетової сонячної радіації з вуглекислими сполуками утворюють різні продукти фотохімічної реакції.

Аналіз найпоширеніших агресивних середовищ і деструкційних процесів, що спостерігаються в архітектурних елементах із полімербетону, показав, що за родом впливу на полімерні матеріали всі зовнішні дії можна поділити на два види. До першого належать дія води і деяких інших рідких середовищ, що спричиняють у полімері оборотне адсорбційне пониження міцності. До другого – дії, що викликають незворотні деструкційні процеси.

Вплив агресивного середовища, яке зумовлює незворотні деструкційні процеси в полімерних матеріалах, можна поділити на три основні групи, які спричиняють: розчинення полімеру різними розчинниками; прискорення утворення вільних радикалів і атомів; хімічну взаємодію з агресивними продуктами, пов'язану з руйнуванням молекул полімеру.

Класифікуючи за характерними діями, усе різноманіття агресивних середовищ і зовнішніх процесів полімербетонних елементів і конструкцій, що експлуатуються за дії зовнішніх агресивних середовищ, ми можемо виділити чотири основні типи деструкції полімербетонів.

На практиці не завжди зустрічається деструкція цілком певного типу, але в більшості випадків можна виділити її переважальну дію.

Зменшення інтенсивності або припинення всіх видів деструкції полягає в правильному виборі полімерного в'язучого, найстійкішого до дії конкретних агресивних середовищ, і

отримання максимально можливої щільності полімербетонів для зниження дифузійної проникності агресивних середовищ в глиб матеріалу.

Класифікація деструкції полімербетонів за чотирма основними видами сприяє не тільки правильнішому вибору виду полімербетону залежно від умов експлуатації, раціональнішому підходу до розробки нових складів полімербетонів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Основи екології : підруч. / [Солошенко О. В. та ін.]. – Харків : ПарусТМ, 2008. – 371 с.
2. **Копач П. И.** Техногенез и кислотные дожди / П. И. Копач, А. Г. Шапарь, В. М. Шварцман. – К. : Наукова думка, 2006. – 173 с.
3. **Хлопова В. Н.** Формування кислотних дощів в умовах мегаполісу / В. Н. Хлопова, Н. Н. Харитонов // Вісник Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. – 2011. – № 1. – С. 8 – 11.
4. Теоретико-методологічні засади розробки проекту сучасного екопоселення/ М. В. Савицький, М. Г. Складановська, Ю. Б. Бендерський// Вісник Придніпр. держ. акад. будівниц. та архітект. – Д. : ПДАБА, 2013. – № 1 – 2. – С. 38 – 43.
5. **Патуроев В. В., Мошанский Н. А.** Руководство по методам испытания полимербетона на химическую стойкость. – М. : НИИЖБ, 1982. – 34 с.
6. **Воробьев В. А.** Технология полимеров / В. А. Воробьев, Р. А. Андрианов. – М. : Высшая школа, 1980. – 303 с.
7. **Новиков В. У.** Полимерные материалы для строительства. – М. : Высшая школа, 1995. – 448 с.
8. **Елшин И. М.** Полимербетоны в гидротехническом строительстве. – М. : Стройиздат, 1980. – 192 с.
9. **Бойко В. В.** Гидроизоляция подземных сооружений полимерными материалами / В. В. Бойко, Р. Л. Маилян. – К. : Будівельник, 1989. – 144 с.
10. **Bordeleau D.** Comparative study of latex-modified concretes and normal concretes subjected to freezing and thawing in the presence of a decider salt solution / D. Bordeleau, M. Pigeon, N. Bantia // ACI Materials Journal. – 1992. – Vol. 89. – № 6. – P. 547 – 553.
11. **Вяземская Н. И.** Применение эпоксидных полимербетонов для ремонта гидротехнических сооружений / Н. И. Вяземская, Е. В. Калинин // Перспективы применения бетонополимеров и полимербетонов в строительстве. – М. : НТО «Стройиндустрия». – 1976. – С. 34 – 37.
12. **Vipulanandan C.** Analysis of fracture parameters of polymer concrete / C. Vipulanandan, N. Dharmarajan // ACI Materials Journal. – 1989. – Vol. 86. – № 4. – P. 383 – 393.
13. **Соломатов В. И.** Полимерцементные бетоны и пластбетоны. – М. : Стройиздат, 1988. – 346 с.
14. **Хувинк Р.** Химия и технология полимеров / Р. Хувинк, А. Ставерман. – М.-Л. : Химия, 1986. – 632 с.

SUMMARY

The Dnepropetrovsk region is one of the most industrially-developed regions of Ukraine. One most ecologically dangerous industries of industry of the Dnepropetrovsk region there is metallurgy which includes at itself coke, rental production and other. In the conditions of incessant growth of the ecological contamination it is necessary to have the varied and detailed state information actual aggressive surrounding environment. For ten years the indexes of dioksid nitrogen (fall of acid rains) in atmospheric air of Dnepropetrovsk exceeded maximum possible concentration in 3-4 times.

The increase of requirements to operating descriptions of building wares was instrumental in development of a number of new compositions materials. A polymer is the varieties of such materials polymer a cement compositions and polymer - concrete, which are widely used in industrial and civil building.

The analysis of the most widespread aggressive environments is conducted. The analysis of destruction processes, that is observed in architectural elements with polymer – concrete, showed that on the sort of influence on polymeric materials all external actions can be divided into two kinds. To the first belong action of water and some other liquid environments which draw in a polymer he

circulating adsorption lowering of durability. Actions which cause irreversible destruction processes belong to the second.

Influencing of aggressive environment that draws irreversible destruction processes in polymeric materials, it is possible to divide into three basic groups which draws:

- dissolution of polymer by different solvents;
- acceleration of formation of free radicals and atoms;
- chemical cooperation with aggressive products, related to destruction of molecules of polymer.

Classifying, on characteristic actions, all variety of aggressive environments and shells processes of polymer – concrete elements and constructions which are exploited at action of external aggressive environments, we can select four basic types of destruction of polymer – concrete.

In practice not always there is destruction fully certain type, but in most cases it is possible to select prevailing action of destruction.

Diminishing of intensity or stopping of all types of destruction consists in the correct choice of polymeric astringent, most proof to action of concrete aggressive environments and receipt of maximally possible closeness of polymer – concrete for the decline of diffusive permeability of aggressive environments in a depth material.

Classification of destruction of polymer – concrete on four basic kinds is instrumental not only in more correct choice of type of polymer – concrete depending on external environments, to more rational approach at development of new compositions of polymer – concrete.

REFERENCES

1. Osnovy ekolohiyi : pidruch. / [Soloshenko O. V. ta in.]. – Kharkiv : ParusTM, 2008. – 371 s.
2. Копач П. Y. Tekhnohenez y kyslotnye dozhdy / P. Y. Kopach, A. H. Shapar', V. M. Shvartsman. – K. : Naukova dumka, 2006. – 173 s.
3. Khlopova V. N. Formuvannya kyslotnykh doshchiv v umovakh mehapolisu / V. N. Khlopova, N. N. Kharytonov // Visnyk Dnipropetr. derzh. ahrar. un-tu. – 2011. – № 1. – S. 8 – 11.
4. Teoretyko-metodolohichni zasady rozrobky proektu suchasnoho ekoposelennya/ M. V. Savyts'kyu, M. H. Skladanovs'ka, Yu. B. Benders'kyu// Visnyk Prydnipr. derzh. akad budivnyts. ta arkhitekt. – D. : PDABA, 2013. – № 1 – 2. – S. 38 – 43.
5. Paturuev V. V., Moshchanskyy N. A. Rukovodstvo po metodam uspytanyua polymerbetona na khymyeshkuyu stoykost'. – M. : NYYZhB, 1982. – 34 s.
6. Vorob'ev V. A. Tekhnolohyya polymerov / V. A. Vorob'ev, R. A. Andryanov. – M. : Vusshaya shkola, 1980. – 303 s.
7. Novykov V. U. Polymernyye materyaly dlya stroytel'stva. – M. : Vusshaya shkola, 1995. – 448 s.
8. Elshyn Y. M. Polymerbetony v hydrotekhnicheskoy stroytel'stve. – M. : Stroyzdat, 1980. – 192 s.
9. Boyko V. V. Hydroyzolyatsyya podzemnykh sooruzhenyy polymernyu materyalamy / V. V. Boyko, R. L. Maylyan. – K. : Budivel'nyk, 1989. – 144 s.
10. Bordeleau D. Comparative study of latex-modified concretes and normal concretes subjected to freezing and thawing in the presence of a decider salt solution / D. Bordeleau, M. Pigeon, N. Banthia // ACI Materials Journal. – 1992. – Vol. 89. – № 6. – P. 547 – 553.
11. Vyazemskaya N. Y. Prymenenye epoksydnykh polymerbetonov dlya remonta hydrotekhnicheskyykh sooruzhenyy / N. Y. Vyazemskaya, E. V. Kalynyn // Perspektivy prymenenyya betonopolymerov y polymerbetonov v stroytel'stve. – M. : NTO «Stroyndustryya». – 1976. – S. 34 – 37.
12. Vipulanandan C. Analysis of fracture parameters of polymer concrete / C. Vipulanandan, N. Dharmarajan // ACI Materials Journal. – 1989. – Vol. 86. – № 4. – P. 383 – 393.
13. Solomatov V. Y. Polymertsementnyye betony y plastbetony. – M. : Stroyzdat, 1988. – 346 s.
14. Khuvynk R. Khymyya y tekhnolohyya polymerov / R. Khuvynk, A. Staverman. – M.-L. : Khymyya, 1986. – 632 s.