УДК 620.193

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ АГРЕСИВНОГО ВПЛИВУ СЕРЕДОВИЩА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЩОДО БЕТОНУ

Запропонований метод, який дозволяє визначати ступінь агресивного впливу на бетон агресивних компонентів середовища експлуатації, та метод визначення ступеня агресивності середовища за швидкостями деградації бетону.

We propose a method to determine the extent of aggressive effect that any proportion of aggressive components in operating environment produce on concrete as well as the method to determine aggressiveness of the environment on the rate of concrete degradation.

Ключові слова: ступінь агресивного впливу, середовище експлуатації.

Т.І. Матченко
провідний інженер
ПАТ Київський науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Енергопроект», к.т.н.

П.Т. Матченко
молодший науковий співробітник Державного науково-технічного центру з ядерної та радіаційної безпеки України

Відомо, що у процесі експлуатації бетон може піддаватись впливу декількох агресивних елементів одночасно. У ДСТУ Б В.2.6-145 викладені правила визначення ступеня агресивного впливу середовища експлуатації по відношенню до бетонів за найбільшою концентрацією лише одного агресивного чинника – корозії. Такий підхід виправданий при вирішенні задач захисту залізобетонних конструкцій, де вимагається якісна оцінка. Для визначення залишкового ресурсу та обґрунтування перепризначеного ресурсу залізобетонних конструкцій необхідно знати ступінь агресивного впливу середовища з урахуванням будь-якого сполучення агресивних речовин та їх концентрацій, навіть якщо цей показник буде дробним.

Ступені агресивності корозійного середовища експлуатації за концентрацією агресивних речовин визначаються наступними співвідношеннями. Для газоподібного середовища – це співвідношення 1–4; для грунтів, що розташовані вище рівня грунтових вод, – 5–12; для рідинних неорганічних середовищ і в грунті нижче рівня грунтових вод – співвідношеннями 13–18.

За формулами (1)–(4) можна визначити до якої групи агресивних газів відноситься середовище в залежності від їх концентрації.

Приймемо умовні позначення концентрації газів (мл/м^3):

- Вуглецевий газ – В;
- Аміак – А;
- Сірковий ангідрид – СА;
- Фтористий водень – ФВ;
- Сірководень – СВ;
- Оксиди азота – ОА;
- Хлор – Х;
- Хлористий водень ХВ.

Газове середовище відноситься до групи газів (А) або має індекс агресивності (ХС0 або I ≤ 1) по відношенню до бетону за класифікацією таблиці А.4 ДСТУ Б В.2.6-145, якщо значення лівої частини рівняння (1) менше одиниці.

$$\Delta I = ((XB/0{,}05)^2 + (B/2000)^2 + (A/0{,}2)^2 + (CA/0{,}5)^2 + (ФB/0{,}05)^2 + (CB/0{,}01)^2 + (OA/0{,}1)^2 + (X/0{,}1)^2)^{0{,}5} \le 1. \quad (1)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = \Delta I$.

Газове середовище відноситься до групи газів (В) або ХС1 за класифікацією таблиці А.4 ДСТУ Б В.2.6-145, якщо значення лівої частини рівняння (1) менше одиниці.

$$\Delta I = ((XB/5)^2 + (B/2000)^2 + (A/20)^2 + (CA/10)^2 + (ФB/5)^2 + (CB/5)^2 + (OA/5)^2 + (X/1)^2)^{0{,}5} \le 1. \quad (2)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 1 + \Delta I$.

Газове середовище відноситься до групи газів (С) або ХС2 за класифікацією таблиці А.4 ДСТУ Б В.2.6-145, якщо значення лівої частини рівняння (1) менше одиниці.

$$\Delta I = ((XB/10)^2 + (B/2000)^2 + (A/20)^2 + (CA/200)^2 + (ФB/10)^2 + (CB/100)^2 + (OA/25)^2 + (X/5)^2)^{0{,}5} \le 1. \quad (3)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 2 + \Delta I$.

Газове середовище відноситься до групи газів (D) або ХС3 за класифікацією таблиці А.4 ДСТУ Б В.2.6-145, якщо значення лівої частини рівняння (1) менше одиниці.

 © Матченко Т.І., Матченко П.Т.

$$\Delta I = ((XB/100)^2 + (B/2000)^2 + (A/20)^2 + (CA/1000)^2 + (ФB/100)^2 + (CB/100)^2 + (OA/100)^2 + (X/10)^2)^{0,5} \le 1. \quad (4)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 3 + \Delta I$.

Показник ступеня агресивного впливу сухого грунту на бетонні та залізобетонні конструкції визначається за формулами (5)–(8).

Для неагресивного середовища (XD0 або $I \le 1$)

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(500 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(400 \times p))^2)^{0,5} \le 1. \quad (5)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = \Delta I$.

Для слабоагресивного середовища (XD1 або $1 < I \le 2$):

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(1000 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(750 \times p))^2)^{0,5} \le 1. \quad (6)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 1 + \Delta I$.

Для середньоагресивного середовища (XD2 або $2 < I \le 3$):

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(1500 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(7500 \times p))^2)^{0,5} \le 1. \quad (7)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 2 + \Delta I$.

Для сильнооагресивного середовища (XD3 або $3 < I \le 4$):

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(1500 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(7500 \times p))^2)^{0,5} \ge 1. \quad (8)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 3 + \Delta I$.

Значення (m) приведені в таблиці 1 і залежать від виду цементу. Значення (p) залежать від марки бетону за водонепроникністю ($p = 1$ для W4; $p = 1,3$ для W6; $p = 1,7$ для W8).

У формулах (5)–(8) концентрація іонів SO_4^{-2} і Cl^{-1} виміряється в мг/л.

Показники ступеня агресивного впливу грунту нормальної вологості і вологого грунту на бетонні і залізобетонні конструкції, які розташовані вище рівня грунтових вод, визначаються за формулами (9)–(12).

Для неагресивного середовища (XS0 або BS0 або $I \le 1$)

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(250 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(250 \times p))^2)^{0,5} \le 1. \quad (9)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = \Delta I$.

Для слабоагресивного середовища (XS1 або BS1 або $1 < I \le 2$):

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(500 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(500 \times p))^2)^{0,5} \le 1. \quad (10)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 1 + \Delta I$.

Для середньоагресивного середовища (XS2 або BS2 або $2 < I \le 3$):

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(1000 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(5000 \times p))^2)^{0,5} \le 1. \quad (11)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 2 + \Delta I$.

Для сильнооагресивного середовища (XS3 або BS3 або $3 < I \le 4$):

$$\Delta I = ((SO_4^{-2}/(1000 \times m \times p))^2 + (Cl^{-1}/(5000 \times p))^2)^{0,5} \ge 1. \quad (12)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 3 + \Delta I$.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів (m) у формулах (5)–(12)

Зона вологості	Портландцемент (ГОСТ 10178-76)	Портландцемент (ГОСТ 10176-76) зі складом C_3S не більше 65 %, C_3A не більше 7 %, C_3A+C_4AP не більше 22 %, і шлакопортландцемент	Сульфатостійкий цемент (ГОСТ 22266-76)	Ступінь агрессивного впливу на бетонні та залізобетонні конструкції
Суха	1,0	6,0	12	Неагресивна
Суха	1,0	4,0	12	Слабоагресивна
Суха	1,0	3,4	10	Середньоагресивна
Суха	1,0	3,4	10	Сильноагресивна
Нормальна та волога	1,0	6,0	12	Неагресивна
Нормальна та волога	1,0	6,0	12	Слабоагресивна
Нормальна та волога	1,0	4,0	8,0	Середньоагресивна
Нормальна та волога	1,0	4,0	8,0	Сильноагресивна

Показники агресивності грунтів нижче рівня грунтових вод по відношенню до бетону на основі портландцементу з коефіцієнтом фільтрації грунту $Kf \ge 0,1$ м/доб. визначається за формулами (13)–(19).

Для бетонів марки W4.

Для слабоагресивного середовища (XS1 або BS1 або $1 < I \le 2$):

$$\Delta I = ((pH/(6,5 \times n))^2 + (SO_4^{-2}/(500 \times m \times n))^2 + (CO_2/(25 \times n))^2 + (Mg^{+2}/(2000 \times n))^2 + (NH_4^+/500 \times n)^2 + ((Na^+ + K^+)/(60000 \times n))^2 + (Cl^{-1}/(20000 \times n))^2)^{0,5} \le 1. \quad (13)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 1 + \Delta I$.

Для середньоагресивного середовища (XS2 або BS2 або $2 < I \le 3$):

$$\Delta I = ((pH/(5,0 \times n))^2 + (SO_4^{-2}/(1000 \times m \times n))^2 + (CO_2/(40 \times n))^2 + (Mg^{+2}/(3000 \times n))^2 + (NH_4^+/800 \times n)^2 + ((Na^+ + K^+)/(80000 \times n))^2 + (Cl^{-1}/(50000 \times n))^2)^{0,5} \le 1. \quad (14)$$

Індекс агресивності дорівнює $I = 2 + \Delta I$.

Для сильноагресивного середовища (XS3 або BS3 або I > 3) , коли умова (14) не виконується. В формулах (13) і (14) SO_4^{-2}, CO_2, Mg^{+2}, NH_4^+, Na^+, K^+, Cl^{-1} виміряються в мг/л. У формулах (13) і (14) n – це показник умов роботи в залежності від швидкості фільтрації (при $Kf \geq 1$ значення $n = 1$, а при $Kf < 1$ $n = 1{,}3$). За наявності в грунті іонів HCO_3^{-1} від 0,0 до 3,0 мл.екв./л $m = 1$, а при HCO_3^{-1} від 3,0 до 6,0, значення m приведені в таблиці 2. В формулах (13) і (14) оцінка агресивного впливу середовища за водневим показником (pH) не поширюється на розчини органічних кислот високої концентрації і на вуглецеву кислоту.

Для бетонів марки W6.

Для слабоагресивного середовища (XS1 або BS1 або 1< I ≤ 2):

$$\Delta I = ((pH/(5{,}0 \times n))^2 + (SO_4^{-2}/(650 \times m \times n))^2 + (CO_2/(40 \times n))^2 + (Mg^{+2}/(3000 \times n))^2 + (NH_4^+/800 \times n)^2 + ((Na^+ + K^+)/(80000 \times n))^2 + (Cl^{-1}/(50000 \times n))^2)^{0,5} \leq 1. \quad (15)$$

Індекс агресивності дорівнює I = 1 + ΔI.

Для середньоагресивного середовища (XS2 або BS2 або 2 < I ≤ 3):

$$\Delta I = ((pH/(4{,}0 \times n))^2 + (SO_4^{-2}/(1300 \times m \times n))^2 + (Mg^{+2}/(4000 \times n))^2 + (NH_4^+/1000 \times n)^2 + ((Na^+ + K^+)/(100000 \times n))^2 + (Cl^{-1}/(60000 \times n))^2)^{0,5} \leq 1. \quad (16)$$

Індекс агресивності дорівнює I = 2 + ΔI.

Для бетонів марки W8.

Для слабоагресивного середовища (XS1 або BS1 або 1< I ≤ 2):

$$\Delta I = ((pH/(4{,}0 \times n))^2 + (SO_4^{-2}/(850 \times m \times n))^2 + (Mg^{+2}/(4000 \times n))^2 + (NH_4^+/1000 \times n)^2 + ((Na^+ + K^+)/(100000 \times n))^2 + (Cl^{-1}/(60000 \times n))^2)^{0,5} \leq 1. \quad (17)$$

Індекс агресивності дорівнює I = 1 + ΔI.

Для середньоагресивного середовища (XS2 або BS2 або 2 < I ≤ 3):

$$\Delta I = ((pH/(3{,}5 \times n))^2 + (SO_4^{-2}/(1700 \times m \times n))^2 + (Mg^{+2}/(5000 \times n))^2 + (NH_4^+/1500 \times n)^2 + ((Na^+ + K^+)/(150000 \times n))^2 + (Cl^{-1}/(70000 \times n))^2)^{0,5} \leq 1. \quad (18)$$

Індекс агресивності дорівнює I = 2 + ΔI.

Для сильноагресивного середовища (XS3 або BS3 або I > 3) , коли умова (18) не виконується.

При оцінці ступеня впливу агресивного середовища на бетон в умовах експлуатації споруд, розташованих у слабофільтрувальних грунтах із Kf менше 0,1 м/добу, показник умов роботи (n) в формулах (13)–(18) дорівнює 1,3.

Таблиця 2

Значення коефіцієнта (m) у формулах (13)–(18) в залежності від концентрації іонів HCO_3^{-1} в грунті, у мл.екв./л

Назва цементу	Концентрація HCO_3^{-1} від 0,0 до 3,0	Концентрація HCO_3^{-1} від 3,0 до 6,0	Концентрація HCO_3^{-1} від 6,0 і вище	Ступінь агресивності середовища
Портланд-цемент (ГОСТ 10178-76)	1,0	2,0	2,4	Слабо-агресивне
	1,0	1,2	1,5	Середньо-агресивне
	1,0	1,2	1,5	Сильно-агресивне
Портланд-цемент (ГОСТ 10178-76) зі складом не більше 65%, не більше 7%, не більше 22%, і шлакопорт-ландцемент	6,0	8,0	10	Слабо-агресивне
	4,0	5,0	6,0	Середньо-агресивне
	4,0	5,0	6,0	Сильно-агресивне
Сульфато-стійкий цемент (ГОСТ 22266-78)	12	16	24	Слабо-агресивне
	8	12	15	Середньо-агресивне
	8	12	15	Сильно-агресивне

Класифікація корозійних середовищ експлуатації матеріалів будівельних конструкцій приведена в нормативних документах [1–3]. Ці документи розроблені для захисту матеріалів будівельних конструкцій від корозії. Але класифікація агресивних середовищ також використовується при визначенні технічного стану конструкцій, що експлуатуються, та їх залишкового ресурсу. Також крім корозії існують і інші процеси (механізми деградації), такі як старіння, втома, ерозія, розтріскування, повзучість матеріалу, релаксація попереднього напруження.

Для визначення довговічності, обгрунтування проектного ресурсу або перепризначеного ресурсу необхідна класифікація середовищ експлуатації (не тільки корозійних), яка грунтується на оцінці можливої величини деградації матеріалу конструкції протягом експлуатації. Тоді, знаючи швидкість деградації матеріалу того або іншого механізму деградації, ступінь його агресивного впливу і час його дії, можна вирахувати величину накопиченої деградації та визначити довговічність або залишковий ресурс матеріалу конструкції.

Для визначення ресурсу або залишкового ресурсу для кожного механізму деградації прийнято п'ять ступенів агресивності середовища експлуатації, яке призводить до деградації.

Визначення ступеня агресивності середовища експлуатації за швидкістю деградації матеріалу. У відповідності з [1–3] прийняті наступні ступені (I) агресивності середовища експлуатації на матеріали будівельних конструкцій: неагресивне середовище (0), слабоагресивне (1), середньоагресивне (2), сильноагресивне (3) та надагресивне середовище (4).

Прийнято вважати, що середньоагресивне середовище це таке, в якому на час вичерпання проектного ресурсу спорудою (t_p) контрольований параметр якого-небудь механізму деградації матеріалу змінюється, досягаючи своїх критично допустимих значень. Матеріали будівельних конструкцій можуть змінювати значення своїх параметрів внаслідок механізмів деградації, приведених в таблицях 1–3.

Таблиця 3

Клас наслідків відповідальності	Клас відповідальності конструкції	Допустимий відсоток пошкодження [ω]				
		Технічні стани (ДБН 362-92)				
		добрий	задовільний	незадовільний	вкрай незадовільний	аварійний
СС3	А	0–5	5–10	10–15	–	15 і більше
	Б	0–5	5–10	10–15	–	20 і більше
	В	0–5	5–15	15–25	–	25 і більше
СС2	А	0–5	5–10	10–20	–	20 і більше
	Б	0–5	5-15	15–25	–	25 і більше
	В	0–5	5–15	15–25	25–50	50 і більше
СС1	А	0–5	5–10	10–20	20–25	25 і більше
	Б	0–5	5–10	10–20	20–50	30 і більше
	В	0–5	5–15	15–25	25–75	75 і більше

Будь-який процес або механізм деградації можна вимірювати швидкістю (v), що змінюється протягом одного року (од.вим/рік), та характеристикою матеріалу (M). Якщо контролюється товщина стінки посудини (h) або товщина захисного шару бетону (a), які вимірюються в мм, тоді v вимірюється в мм/рік. Якщо контролюється міцність бетону (f_{ck} , $R_{b,ser}$), яка вимірюється в МПа, тоді v вимірюється в МПа/рік. Приймемо умовне позначення $\omega = \alpha \leq 1$, де ω – відносна величина деградації матеріалу, яка вимірюється в частках від одиниці. Відносна величина деградації наприкінці терміну експлуатації (проектного ресурсу) споруди не повинна перевищувати критично допустиму відносну деградацію [ω], значення якої наведено в таблиці 3.

Зауважимо, що механізми деградації можуть відрізнятися за наслідками при досягненні $\omega = [\omega]$. Так, наприклад, повна деградація міцності бетону може призвести до обвалення споруди, в той час, як повна деградація захисного шару бетону – тільки до початку корозії арматури.

Для розрахунку довговічності, ресурсу або залишкового ресурсу матеріалів будівельних конструкцій за визначеними ступенями агресивності середовища експлуатації необхідно знати максимальну швидкість деградації для кожного ступеня агресивності середовища експлуатації. Для цього зручно скористатися параметром деградації матеріалу A_s . Для матеріалів будівельних конструкцій, що проектуються, параметр деградації A_s характеристики (M) матеріалу за механізмами деградації, які приведені в таблицях 1–3, визначається залежністю

$$A_s = v_{\max} \times t_p / (M \times [\omega]),$$

де t_p – проектний ресурс споруди або конструкції, рік; s – індекс при A ($s = 1$ для першої групи критичних станів; $s = 2$ для другої групи критичних станів); $v_{\max}$ – максимально допустима швидкість деградації, од.вим/рік.

Для бетонів величина A_s вираховується за формулами:

- для оцінки деградації захисного шару бетону та інших параметрів, повна деградація яких може порушити умови нормальної експлуатації, але не може призвести до руйнування (для другої групи критичних станів)

$$A_2 = 0{,}0625 \times 2^{2I};$$

- для оцінки міцності або жорсткості бетону або арматури та інших параметрів, повна деградація яких може призвести до руйнування (для першої групи критичних станів),

$$A_1 = 0{,}015625 \times 2^{2I},$$

де I – ступінь агресивного впливу середовища експлуатації (I = 0; 1; 2; 3; 4).

Максимально допустима швидкість деградації для другої групи критичних станів для кожного ступеня (I) може бути розрахована за формулою

$v_{\max} = A_2 \times M \times [\omega]/t_p = 0{,}0625 \times 2^{2I} \times M \times [\omega]/t_p$,

а для першої групи критичних станів за формулою

$v_{\max} = A_1 \times M \times [\omega]/t_p = 0{,}015625 \times 2^{2I} \times M \times [\omega]/t_p$.

Такий підхід визначення залежності максимальної швидкості деградації від значення ступеня агресивності середовища (I) полягає в тому, що зі збільшенням його на цілу одиницю максимальна швидкість деградації збільшується в чотири рази. При цьому для першої групи критичних станів параметр деградації ($A_1 = 1$) і I = 3 (сильноагресивне середовище) виконується умова $t = t_p$; для другої групи критичних станів ($A_2 = 1$) і I = 2 (середньоагресивне середовище) виконується умова $t = t_p$.

Для матеріалів будівельних конструкцій, що експлуатуються і мають накопичену деградацію (ω) за характеристикою матеріалу (M) на час експлуатації t_e, параметр деградації A_s розраховується за формулою

$A_s = v_{\max} \times t_{зр}/(M \times ([\omega] - \omega))$.

Для матеріалів будівельних конструкцій, що експлуатуються і мають накопичену деградацію (ω), максимально допустима швидкість деградації $v_{\max}$ для першої групи критичних станів розраховується за формулою

$v_{\max} = A_1 \times M \times [\omega]/t_p = 0{,}015625 \times 2^{2I} \times M \times [\omega]/t_{зр}$;

для другої групи критичних станів – за формулою

$v_{\max} = A_2 \times M \times [\omega]/t_p = 0{,}0625 \times 2^{2I} \times M \times [\omega]/t_{зр}$,

де $t_{зр}$ – залишковий ресурс споруди або конструкції, що експлуатується. Тобто $t_{зр} = t_p - t_e$.

У випадку, якщо планується перепризначення ресурсу для будівлі, що експлуатується, з урахуванням можливого відновлення, посилення, ремонту параметр деградації (A_s) розраховується за формулою

$A_s = v_{\max} \times t_н/(M \times ([\omega]_н - \omega_н))$,

$t_н = t_p + t_д - t_e$,

де $t_н$ – новий ресурс споруди (конструкції), рік; $t_д$ – додатковий ресурс до проектного ресурсу внаслідок відновлення (ремонту), рік; $[\omega]_н$ – нове (переоцінене) значення критично допустимої деградації внаслідок відновлення (ремонту), частки від одиниці; $\omega_н$ – значення деградації після відновлення (ремонту), частки від одиниці.

У випадку, якщо планується перепризначення ресурсу для будівлі, що експлуатується, з урахуванням можливого відновлення максимально допустима швидкість деградації $v_{\max}$ для першої групи критичних станів розраховується за формулою

$v_{\max} = A_1 \times M \times [\omega]/t_p =$
$= 0{,}015625 \times 2^{2I} \times M \times ([\omega]_н - \omega_н)/t_н$;

для другої групи критичних станів – за формулою

$v_{\max} = A_2 \times M \times [\omega]/t_p =$
$= 0{,}0625 \times 2^{2I} \times M \times ([\omega]_н - \omega_н)/t_н$.

Для бетонів і залізобетонів відповідність параметра деградації (A_s) будь-якого ступеня агресивності середовища проілюстрована в таблиці 4.

Таблиця 4

Відповідність параметра деградації (A_s) ступеня (I) агресивного впливу середовища експлуатації для бетонів і залізобетонів

Група критичного стану	Параметр деградації	I = 0	I = 1	I = 2	I = 3	I = 4
1	A1	0,015625	0,0625	0,25	1	4
1	Діапазон зміни параметра	0–0,015625	0,015625–0,0625	0,0625–0,25	0,25–1	1–4
2	A2	0,0625	0,25	1	4	16
2	Діапазон зміни параметра	0–0,0625	0,0625–0,25	0,25–1	1–4	4–16

Приклад 1. Необхідно визначити максимально допустиму (граничну) швидкість карбонізації захисного шару бетону товщиною (a) = M = 30 мм для будівлі, проектний ресурс t_p = 50 років при допустимому пошкодженні [ω] = 1 після закінчення ресурсу. Така деградація може викликати пошкодження, які відносяться до другої групи критичних станів.

Розрахунок: $v_{\max} = 0{,}625 \times 2^{2I} \times 30 \times 1/50$.

Тоді

$v_{\max}$ = 0,0375 мм/рік для I = 0;
$v_{\max}$ = 0,15 мм/рік для I = 1;
$v_{\max}$ = 0,6 мм/рік для I = 2;
$v_{\max}$ = 2,4 мм/рік для I = 3;
$v_{\max}$ = 9,6 мм/рік для I = 4.

Для I = 2 (середньоагресивне середовище) глибина карбонізації (Y) після закінчення ресурсу t_p = 50 буде такою, що дорівнює

$Y = v_{\max} \times t_p = 0{,}6 \times 50 = 30$ мм,

тобто такою, що дорівнює товщині захисного шару бетону (a) = M = 30 мм. Пошкодження $\omega = Y/M = 1$.

Приклад 2. Необхідно визначити максимально допустиму швидкість старіння бетону класу В25 або С12/15 за його нормативним опором $R_{bn} = M = 18{,}5$ МПа для споруди, яка відноситься до класу наслідків СС2 для конструкцій категорії відповідальності Б, проектний ресурс якої $t_p = 50$ років. За умови, що після закінчення проектного ресурсу допускається технічний стан – незадовільний.

Розрахунок.

У відповідності з таблицею 4 для таких умов $[\omega] = 0{,}25$ або 25 %. Тоді

$$v_{\max} = 0{,}015625 \times 2^{2\mathrm{I}} \times R_{bn} \times [\omega]/t_p .$$

Для I = 3 (сильноагресивне середовище)

$$v_{\max} = 0{,}015625 \times 2^{2\times 3} \times 18{,}5 \times 0{,}25/50 = \\ = 0{,}0925 \text{ МПа/рік.}$$

Після закінчення ресурсу пошкодження (деградація) міцності бетону складе

$$Y = v_{\max} \times t_p = 0{,}0925 \times 50 = 4{,}625 \text{ МПа.}$$

Відносне пошкодження

$\omega = Y/R_{bn} = 4{,}625/18{,}5 = 0{,}25.$

Таким чином, виконується умова

$\omega = [\omega] = 0{,}25.$

Висновки.

Наведені правила щодо ступеня агресивності середовища експлуатації по відношенню до бетонів і залізобетонів можуть бути використані при визначенні довговічності, ресурсу споруд, що проектуються, та залишкового ресурсу споруд, що експлуатуються.

[1] ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії.

[2] СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.

[3] СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии.

Надійшла 16.12.2014 р.

ОФІЦІЙНА ІНФОРМАЦІЯ

В УКРАИНСКОМ ЦЕНТРЕ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Члены Ассоциации «Украинский центр стального строительства» на состоявшемся 25 февраля 2015 года общем собрании Ассоциации рассмотрели итоги деятельности за 2014 год, утвердили план работы на текущий год, избрали органы управления, а также приняли новых участников.

Председателем Совета Директоров УЦСС на 2015 год назначен Генгеральный директор компании «Укрстальконструкция» Владимир Носов.

Назначены руководители комитетов УЦСС:

- ✓ Юрий Кунш – Комитет по кровельным и фасадным конструкциям,
- ✓ Владимир Адрианов – Комитет по нормативно-технической деятельности,
- ✓ Константин Калафат – Комитет по огнезащите стальных конструкций,
- ✓ Андрей Озейчук – Комитет по легким стальным тонкостенным конструкциям.

Приоритетными направлениями деятельности Ассоциации в 2015 году определены:

- ✓ развитие сервиса технического консалтинга,
- ✓ реализация плана мероприятий по снижению стоимости огнезащиты стальных конструкций,
- ✓ развитие программы маркетинговых коммуникаций.

В состав УЦСС были приняты новые участники: компании «MSBUD», «RAUTA Group», «Target Construction and Engineering», «Дерффер», «Европрофиль ЮА», «МаксиБуд Инжиниринг», «МеталлИнвест», «Перестройка», «Прушиньски», а также Житомирский завод ограждающих конструкций.