

УДК 624.014:620.193

## **Підтвердження відповідності проектних рішень протикорозійного захисту розрахунковому строку служби алюмінієвих конструкцій у корозійних середовищах**

<sup>1</sup>Корольов В.П., д.т.н., <sup>2</sup>Кущенко І.В., <sup>1</sup>Магунова Н.Г.

<sup>1</sup>ДонЦТБ ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»,

<sup>2</sup>Приазовський державний технічний університет, Україна

**Анотація.** Розроблена методика вибору та обґрунтування засобів первинного та вторинного захисту на основі розрахунково-експериментальної оцінки корозійної стійкості, довговічності та ремонтпридатності при заданому терміні служби алюмінієвих конструкцій.

**Анотация.** Разработана методика выбора и обоснования средств первичной и вторичной защиты на основе расчетно-экспериментальной оценки коррозионной стойкости, долговечности и ремонтпригодности при заданном сроке службы алюминиевых конструкций.

**Abstract.** The procedure of choice and justification of the primary and secondary protection means on the basis of the design and experimental estimation of corrosion resistance, durability and maintainability at the specified service life of aluminum structures is developed.

**Ключові слова:** алюмінієві конструкції, захисні покриття, прискорені корозійні випробування, підтвердження відповідності якості протикорозійного захисту, критичні корозійні втрати.

**Вступ.** Довговічність будівельних виробів і конструкцій у корозійних середовищах промислових підприємств визначається використанням ефективних засобів первинного і вторинного захисту при проектуванні, виготовленні та експлуатації. Поява на ринку протикорозійних технологій різноманітних матеріалів і методів, що перешкоджають протіканню процесів корозійного руйнування, диктує необхідність розвитку методологічних підходів для порівняльної оцінки відповідності показників захисних властивостей реальним умовам агресивних впливів. Важливим фактором створення банку даних про довговічність і корозійну стійкість є технічна експертиза, проведення якої можливе за єдиними правилами й методами розрахунково-експериментальних досліджень експлуатаційних властивостей матеріалів і конструкцій. При аналізі технічних показників якості матеріалів, установлених сертифікатами виготовлювачів, як правило, варто обґрунтовувати гарантовані вимоги довговічності на основі нормативних документів і умов режиму експлуатації конструкцій будівельного об'єкта. Вдосконалюванню

нормативної забезпеченості терміну служби залізобетонних конструкцій сприяють прискорені і стендові випробування, виконані в випробувальній лабораторії засобів та методів протикорозійного захисту (ВЛЗМПЗ) «Антикор-Дон» Донбаського центру технологічної безпеки ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського», акредитованій відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2005 (атестат акредитації № 2Т773).

**Експериментальна частина.** Об'єктом дослідження служили елементи фрагменту несучої системи навісного вентиляваного фасаду з алюмінієвого сплаву (АДЗ1Т1) та з вуглецевої сталі – далі зразки.

Для визначення впливу конструктивних особливостей на характер та інтенсивність корозійних впливів виконано технічний огляд конструкцій фрагменту несучої системи навісного вентиляваного фасаду з алюмінієвих сплавів на будівництві житлового комплексу на вул. Січневого повстання, 11-А, літера Б у Печерському районі м. Києва (рис. 1).

Фрагменти несучої системи навісного вентиляваного фасаду з алюмінієвих сплавів виконані відповідно до технічних рішень проектної документації "Навісна фасадна система з повітряним зазором для облицювання керамічним гранітом і натуральним каменем з прихованим кріпленням" [1].

Нормативні вимоги до засобів і методів захисту від корозії встановлені відповідно до СНиП 2.03.11-85 [2], СНиП 3.04.03- 85 [3]. Згідно з додатком 14 [2] вибір засобів захисту для огорожувальних конструкцій з алюмінію залежить від ступеня агресивності впливів:

- для слабоагресивних середовищ допускається використання алюмінієвих конструкцій без захисту;
- для середньоагресивних середовищ необхідно фарбування лакофарбовими матеріалами IV групи.



Рис.1. Конструктивні рішення несучої системи навісного вентиляваного фасаду з алюмінієвих сплавів

Аналіз складу матеріалів і конструктивних рішень визначив необхідність оцінки умов, що створюють найбільш несприятливі дії для режиму експлуатації навісний фасадної системи, за показниками корозійної стійкості та довговічності.

Науково-технічна експертиза проектних рішень протикорозійного захисту виконана на підставі прискорених випробувань на загальну корозію зразків фрагментів несучої системи навісного вентилязованого фасаду з алюмінієвих сплавів з метою прогнозу довговічності конструкцій фасадної системи.

Метрологічний контроль при проведенні випробувань включав забезпечення встановленої точності вимірів, а також підтримку умов випробувань за допомогою приладів регулювання й контролю необхідних параметрів (температури, вологості).

Для проведення прискорених корозійних випробувань за вимогами ГОСТ 9.913-90, п. 2.5, були виготовлені зразки елементів несучого каркасу навісного фасаду:

вертикальної напрямної (ВН);

горизонтальної напрямної (ГН);

подовжувача кронштейна (УК-1);

опорного кронштейна (ОК) з алюмінієвого сплаву марки АД31Т1 (6063, 6060) – загартованого і штучно зостареного;

елементу кріплення (ЕК) з вуглецевої сталі у відповідності до п. 4.1. ГОСТ 9.913-90.

Для проведення корозійних випробувань були розроблені схеми фрагментів, що враховують вплив контакту зразків з алюмінієвого сплаву і сталі, а також контакту металевих зразків з утеплювачем і керамічною плиткою на корозійну стійкість металевих зразків. Схеми фрагментів представлені в таблиці 3.

Згідно з вимогами ГОСТ 9.308-85 «Метод випробувань дій при нейтральному соляному тумані» виготовлені фрагменти були розташовані в камері для дослідження при дії нейтрального соляного туману (метод 1). Суть методу полягає в прискоренні корозійного процесу в умовах підвищеної температури, відносної вологості та атмосфери розчину хлористого натрію. Навантаження в соляному тумані (50 г/л NaCl, 35 °С), виконане в установці, яка протестована по стандартах ASTM, BS, CNS, JIS, DIN, Fed. Test, IEC, ISO, MIL-STD, NF. Випробування проводилися протягом 720 годин. Контроль корозійних втрат виконано гравіметричним

методом. Обробка результатів випробувань зразків здійснювалася за ГОСТ 9.908-85, п. 2.3.

За результатами прискорених корозійних випробувань зразків фрагмента несучої системи навісного вентиляваного фасаду виконана оцінка показників корозійної стійкості (табл. 1).

Таблиця 1

**Показники корозійної стійкості зразків фрагмента несучої системи навісного вентиляваного фасаду**

Зразки	Втрата ваги зразка, г/м <sup>2</sup>	Швидкість корозії, г/м <sup>2</sup> рік
Вертикальної напрямної (ВН)	6,00–7,01	73,00–85,26
ВН у контакті з утеплювачем	9,52–9,62	115,83–117,04
Горизонтальної напрямної (ГН)	5,77–6,01	70,20–73,12
ГН у контакті з утеплювачем	14,57–14,62	177,27–177,87
ГН у контакті з керамічною плиткою	5,77–5,88	70,20–71,54
Подовжувача кронштейна (УК-1) у контакті з опорним кронштейном (ОК)	1,87–2,01	22,75–24,46
Елементу кріплення (ЕК)	652,08–669,51	7933,64–8145,71
ЕК у контакті з утеплювачем	702,24–702,69	8543,92–8549,43

**Результати випробувань і їхнє обговорення.** Підтвердження відповідності показників якості технічних рішень несучої системи навісного вентиляваного фасаду з алюмінієвих сплавів на будівництві житлового комплексу встановленим вимогам протикорозійного захисту виконано на основі діючих нормативних положень СНиП 2.03.11-85 [2], СНиП 3.04.03- 85 [3].

За вказівками СНиП 2.03.11-85 [2] огорожуючи конструкції зі сплаву АД31Т1 допускається виконувати без захисних покриттів у слабоагресивних середовищах.

Задачами досліджень при проведенні науково-технічної експертизи є:

обґрунтування засобів первинного і вторинного захисту на основі розрахунково-експериментальної оцінки корозійної стійкості й довговічності при заданому терміні служби алюмінієвих конструкцій;

фізико-хімічне та математичне моделювання корозійного руйнування конструктивних елементів на основі технічних рішень фасадної системи [1];

підтвердження відповідності показників довговічності вимогам нормативних документів СНиП 2.03.11-85 [2], СНиП 3.04.03- 85 [3].

За даними технічного аудиту конструктивних рішень несучої системи навісного вентиляваного фасаду з алюмінієвих сплавів на будівництві житлового комплексу на вул. Січневого повстання 11-А, літера Б, у Печерському районі м. Києва узагальнені конструктивні параметри та фактори корозійних впливів режиму експлуатації для оцінки показників якості протикорозійного захисту.

Встановлено, що завдяки раціональному вибору матеріалів та з'єднань конструктивних елементів фасадної системи відсутні умови для розвитку процесів контактної, щілинної корозії. Однак, сьогодні немає достовірних оцінок тривалості впливу корозійно-активних компонентів у годинах за рік. Це ускладнює визначення зволоження поверхні конструкцій адсорбційною та фазовою плівкою вологи та створює перешкоди щодо визначення ступеню корозійної агресивності режиму експлуатації конструкцій фасадних систем.

За нормами СНиП 2.03.11-85 [2] ступінь корозійної агресивності режиму експлуатації встановлюють для конкретних об'єктів залежно від макрокліматичного району, категорії розміщення конструкцій за ГОСТ 15150, характеру технологічних виділень і матеріалу конструктивних елементів будинків і споруд. Завдяки застосуванню технічних рішень із вентиляваним фасадом врахування цих факторів виконано за мінімальними значеннями корозійних впливів за умовами ГОСТ 9.039. Критичні корозійні втрати встановлені розрахунковим методом, викладеним у роботі [4].

Критичні корозійні втрати  $\Omega_{Al}$ ,  $\Omega_{St}$  (г) при проектному строкові служби фасадної системи  $T_{пр} = 80-100$  років за результатами розрахунків складають:

для алюмінієвих профілів зі сплаву АД31Т1 –  $\Omega_{Al} = 95-140$  для відношення резерву надійності  $\Gamma = 1,1-1,15$ ;

для профілів з вуглецевої сталі –  $\Omega_{St} = 7800-8400$  для відношення резерву надійності  $\Gamma = 1,5-1,55$ .

Фізико-хімічне та математичне моделювання корозійного руйнування конструктивних елементів фасадної системи виконане за умов найбільш несприятливих розрахункових ситуацій, які включали можливість

довготривалого впливу зволоження поверхні конструкцій адсорбційною та фазовою плівкою води, наявності процесів контактної, щілинної корозії.

За результатами прискорених випробувань встановлено:

- Показники загальної корозії для конструктивних елементів фасадної системи (технічні рішення з вентиляваним фасадом [1]) при випробуваннях за ГОСТ 9.913-90 не перевищують встановлені розрахункові критичні корозійні втрати  $\Omega_{Al}$ ,  $\Omega_{St}$  (г) для проектного строку служби фасадної системи  $T_{пр} = 80-100$  років.

- При порушенні умов нормальної експлуатації виникає загроза протікання процесів контактної, щілинної корозії, що збільшує корозійні втрати в середньому до 10%. Найбільш несприятливі умови виникають при адсорбційному та фазовому зволоженні утеплювача і зростанні ступеню агресивності впливу на корозійне руйнування елементів фасадних систем у 1,1–2,4 разів.

- Технічні рішення фасадної системи [1] за даними фізико-хімічного та математичного моделювання корозійного руйнування конструктивних елементів відповідають вимогам слабоагресивного середовища та допускають можливість використання алюмінієвих профілів без додаткових заходів протикорозійного захисту лаками та фарбами за рекомендаціями табл. 29 та додатку 14 СНиП 2.03.11-85 [2].

Ці умови є дійсними для елементів фасадних систем без захисних покриттів і пов'язані з більш детальним уточненням умов експлуатації за результатом технічного аудиту та додатковими розрахунками конструкцій фасадної системи. Термін контролю корозійного стану поверхні конструкцій фасадних систем без захисних покриттів встановлено 1 раз на 10 років.

Невизначеність оцінок тривалості впливу корозійно-активних компонентів у годинах за рік та можливість зростання корозійних втрат через зволоження утеплювача, потребує додаткових заходів захисту від корозії за вимогами середньоагресивних середовищ згідно з СНиП 2.03.11-85 [2]. Відповідно до додатку 14 СНиП 2.03.11-85 [2] необхідно виконувати протикорозійний захист поверхні алюмінієвих та сталевих елементів матеріалами IV групи додатку 15 за вказівками табл. 29 СНиП 2.03.11-85 [2]. Термін контролю корозійного стану поверхні конструкцій фасадних систем із захисними покриттями становить 1 раз на 15 років.

### **Література**

- [1] Альбом технических решений. Облицовка керамогранитом. Скрытая система. – 36 с.

- [2] СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
- [3] СНиП 3.04.03-85. Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии / Госстрой СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 32 с.
- [4] Королёв В. П. Теоретические основы инженерных расчетов стальных конструкций на коррозионную стойкость и долговечность / В. П. Королёв // Научн. труды ДГАСА. – Макеевка, 1995. – Вып. 1-95. – 110 с.