

В. Г. СИЧЕНКО, О. М. ПОЛЯХ (ДІПТ), Г. О. ТАТАРЧЕНКО (ТІ СНУ ім. В. Даля, Луганськ)

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ЗАХИСТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОПОР КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ВІД КОРОЗІЇ

Проведено дослідження впливу різних гідрофобізуючих сполук для залізобетонних опор контактної мережі на зміну їх електричного опору та водопоглинання. Показано, що за цими показниками найкращі параметри має «Сілол» вітчизняного виробництва.

*Ключові слова:* залізобетонна опора контактної мережі, поверхневий захист від корозії, електричний опір, водопоглинання, гідрофобізуюча сполука, «Сілол»

### Вступ

Залізобетонні опори контактної мережі є функціонально складними спорудами, які в процесі експлуатації піддаються багатьом комбінаціям впливів та навантажень. Основними дефектами та пошкодженнями опор є тріщини, сколи бетону, відшарування захисного шару бетону, корозія бетону, електрохімічна корозія арматури, раковини, руйнування гідроізоляції та інші. Багаторічний досвід експлуатації опор показує, що в реальних умовах їх розрахункові параметри, які були закладені під час проектування, змінюються, що призводить до появи різних пошкоджень, тому необхідна розробка технічних рішень щодо підвищення експлуатаційних характеристик опор.

На сьогодні стояки опор на території України виготовляють згідно з [1] за робочою і технологічною документацією. За узгодженням із замовником дозволено виготовляти залізобетонні опори, які відрізняються габаритними розмірами і розмірами окремих деталей. Кожен виробник розробляє свої робочі креслення під свою, вже існуючу технологію. Аналіз параметрів опор, що виготовляються провідними виробниками, показує, що нормативні значення показників у всіх виробників схожі і відповідають нормативним вимогам. Але суттєво відрізняється передавальна міцність бетону, міцність бетону на стиск у проектному віці, тип та кількість застосованої арматури на виготовлення арматурного каркаса. Крім того, найбільші відмінності між опорами виявлено в геометричних параметрах та конструктивних елементах, таких як: довжина опори, діаметр опори в оголовку та комлі, наявність та розташування отворів для встановлення закладних деталей, товщина внутрішнього та зовнішнього захисного шару, матеріал та вид бетонної заглишки. Кожен виробник вирішує проблему якості своєї

продукції різними шляхами. Виходячи з цього потрібно привести виробництво стояків до єдиних вимог за всіма показниками. При цьому необхідно застосовувати нові технології виробництва, а також нові технології контролю якості на етапі кожної технологічної операції виготовлення стояків.

Згідно з вимогами діючого стандарту [1], виробник зобов'язаний виготовляти стояки з терміном служби 70 і більше років. Для успішного та економічно доцільного проведення робіт по заміні залізобетонних опор, які відпрацювали свій термін експлуатації необхідно не просто замінювати старі стояки такими ж самими новими опорами, а впроваджувати розробки нових стояків (більш міцних, більш надійних, менш матеріалоемних та з довшим проектним терміном експлуатації), які б ввібрали в себе все краще з сучасних технологій та матеріалів та мали б необхідний рівень стійкості до гальванічних впливів. Для підвищення довговічності та надійності стійок залізобетонних опор контактної мережі необхідно реалізовувати необхідні технічні заходи як в процесі експлуатації залізобетонних опор, так і в процесі їх виготовлення [2]. Одним з напрямків забезпечення нормативного терміну експлуатації та підвищення корозійної стійкості є додаткова хімічна обробка залізобетонних опор, як бетону, так і арматури.

### Основна частина

Для захисту від впливу атмосферної та підземної корозії залізобетонних опор має застосовуватись гідроізоляційне та антикорозійне покриття [1]. Види цих покриттів встановлюються робочими кресленнями, а їх вибір визначається вимогами чинних нормативних документів у галузі захисту будівельних конструкцій від корозії. До цього часу передбачався захист лише комлевої частини стояка, в якості

гідроізоляційних та антикорозійних покриттів застосовуються бітумні мастики типу «Ізол» з нормативним терміном служби 5...8 років. Але, як показує досвід експлуатації, фактично він складає 3...4 роки, тобто «Ізол» має низьку ефективність застосування та суттєво не впливає на довговічність опор [3]. Зважаючи на те, що конструкторською документацією для стояків зі змішаним армуванням передбачається термін служби 70 років, постає завдання щодо застосування нових сполук для підвищення корозійної стійкості опор контактної мережі, причому необхідно передбачити захист не тільки комлевої частини опори, але й частини, що експлуатується на повітрі та піддається руйнівному впливу від агресивних компонентів навколишнього середовища.

Такі сполуки, володіючи комплексом реологічних властивостей, мають глибоко проникати в пори будівельних матеріалів і створювати бар'єрні та водовідштовхуючі плівки [4]. При цьому залізобетонні стійки опор контактної мережі після обробки такими сполуками втрачають здатність до намочування водою та її капілярного поглинання, що забезпечить їхню стійкість до корозійних впливів.

Слід зазначити, що на сьогодні існує велика гамма захисних сполук для гідрофобізації залізобетонних виробів, як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Для дослідження нами були взяті три розповсюджені гідрофобізатори: «Сілол», «Флюат» та «Ceresit СТ 17».

«Сілол» – це малов'язка рідина, силіконова органорозчинна композиція, яку використовують для нанесення на поверхню будівельних конструкцій з метою додання їм водовідштовхувальних властивостей і зниження водопоглинання. «Сілол» має наступні переваги перед «Ізолом»:

- унікальна атмосферостійкість, інертність до дії ультрафіолету, озону, води, стійкість в діапазоні температур від  $-60$  до  $+250$  °С, довговічність;

- швидко висихає на поверхні, фактично не змінюючи природну пористість матеріалу, зберігаючи газопроникність та має мінімальну токсичність;

- дає значний економічний ефект.

Захисна силосанова плівка, що утворюється в поверхневих шарах бетону, після випаровування розчинника і завершення реакції конденсації має високі діелектричні властивості. Так, її питомий об'ємний опір складає  $1 \cdot 10^{12}$  Ом·м, а тангенс кута діелектричних втрат дорівнює 0,01. Крім того, в результаті обробки сут-

тєво знижуються вологість бетону опори і концентрація електролітів в поровій рідині за рахунок гідрофобізації, і, як наслідок, підвищується її електричний опір, що має надати стояку опори стійкості до електрокорозії.

Гідрофобізуюча рідина «Ceresit СТ 17» є матеріалом на основі хімічно активного сілано-силоксилана. Її густина –  $0,79$  кг/дм<sup>3</sup>. Температура нанесення складає від  $+5$  до  $+35$  °С. Витрата цього матеріалу для слабкопоглинаючих поверхонь –  $0,3$  л/м<sup>2</sup>, а для сильно поглинаючих –  $0,7$  л/м<sup>2</sup>. Даний матеріал призначений для захисту бетонних поверхонь від дії атмосферних опадів, забезпечує водонепроникність тріщин шириною не більше  $0,2$  мм.

Флюат, який ще називається фіксатором, – це концентрований водний реагент, модифікований ефективними поверхневоактивними добавками. Розчин проникає в пори бетону, хімічно перетворюючи розчинні у воді компоненти в особливо міцні нерозчинні сполуки, армує бетон.

Флюат звичайно використовується для бетону та залізобетону, інших будівельних конструкцій. Бетон при використанні флюату стає твердим, стійким до атмосферних явищ і механічних пошкоджень, вологостійким, паропроникним, стійким до корозії залізобетонних конструкцій.

Було проведено дослідження впливу виду захисного покриття бетону на зміну його питомого опору та водопоглинання. Для експериментальних досліджень використовувались стандартні бетонні блоки кубічної форми з металевою арматурою всередині (рис. 1).

#### *Дослідження зміни питомого опору бетону*

Сутність методу полягає у вимірюванні опору бетону після витримки зразків у 3%-ному розчині NaCl. На бетонні зразки було нанесено покриття гідрофобними розчинами (Сілол, Флюат, Ceresit СТ 11): №1 – флюат (2 шари); №2 – сілол (2 шари); №3 – флюат (2 шари) + церезит (1 шар); №4 – сілол (2 шари) + церезит (1 шар); №5 – церезит (2 шари); №6 – церезит (1 шар). Схема для визначення опору захисного покриття бетону наведена на рис. 2.

За допомогою вимірювального приладу (6) В7-15 одразу після заповнення циліндру розчином вимірюється опір захисної плівки бетону усіх типів зразків. Вимірювання повторюють через 15, 30 (хв), потім через 1, 2, 24, 48, 168 (год) і т.д.

Один раз на добу перевіряють рівень розчину в циліндрах і доливають його до початкового. Об'єм долитого розчину вимірюється, що

вказує на ступінь водопоглинення зразка. Результати проведених досліджень наведені в табл. 1.

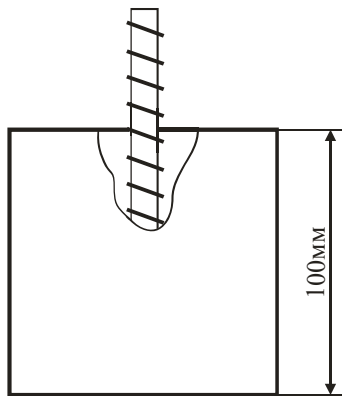


Рис. 1. Вигляд зразків

Отримані результати у вигляді графіків наведені на рис. 3 та 4.

Середнє значення перехідного опору покриття  $R_{i\text{ср}}$ , Ом·м<sup>2</sup>, кожного зразка обчислюють за формулою:

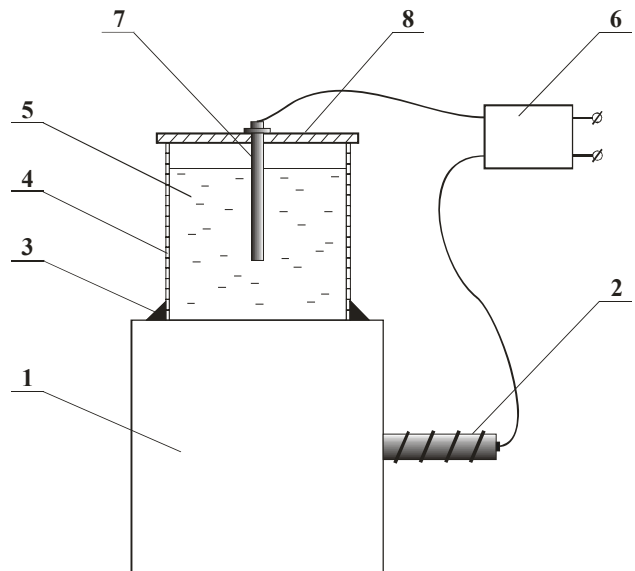


Рис. 2. Установа для визначення опору захисного покриття бетону:

1 – бетонний зразок; 2 – металева арматура; 3 – пластилін; 4 – циліндр; 5 – розчин NaCl; 6 – вимірювальний прилад; 7 – графітовий електрод; 8 – кришка

Таблиця 1

**Опор зразків при змочуванні**

№ з/п	Час вимір., год	Опір залізобетонного зразка, кОм					
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
1	0	200	6500	1000	8500	1200	850
2	0,25	150	4500	850	6300	600	550
3	0,5	90	3800	670	4600	300	300
4	1	60	3300	580	3900	200	150
5	2	35	3200	450	3500	140	70
6	24	2	3200	12	3500	8	4
7	48	2	3200	3	3500	6	4
8	168	2	3200	3	3500	6	4

$$R_{i\text{ср}} = \frac{S}{n} \sum_{j=1}^n Ri_j, \quad (1)$$

$$\rho_V = R \frac{S}{b}, \quad (2)$$

де  $i$  – номер зразка;  
 $j$  – номер вимірювання;  
 $n$  – кількість вимірювань на  $i$ -му зразку;  
 $Ri_j$  – опір  $i$ -го зразка при  $j$ -му вимірі, Ом;  
 $S$  – площа контакту зразка з розчином, м<sup>2</sup>.

Питомий об'ємний опір покриття  $\rho_V$ , Ом·м, обчислюють за формулою:

де  $R$  – усталений опір захисного покриття, Ом;  
 $S$  – площа ділянки захисного покриття, обмежена периметром порожнистого циліндра, м<sup>2</sup>;  
 $b$  – товщина бетону, м.

Результати розрахунків наведені в табл. 2.

Аналіз результатів проведених випробувань показав наступне: найкращі результати отри-

мані при використанні в якості гідрофобізуючого розчину «Сілол». Перехідний опір бетону, вкритого даним матеріалом, значно перевищує інші зразки. Спад опору в зразках № 2 та 4 тривав лише протягом 2 год, встановившись на усталеному значенні 2 МОм, в той час як у інших зразків цей спад відбувався протягом двох діб, і значення усталених опорів знаходяться в межах лише кількох КОм.

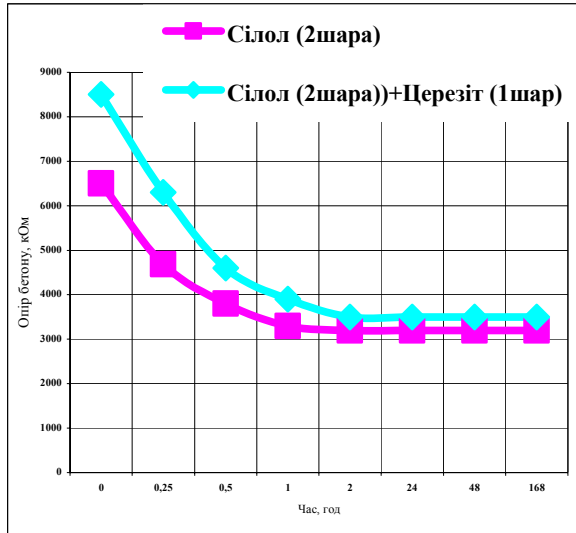


Рис. 3. Зміна опору зразків № 2, 4

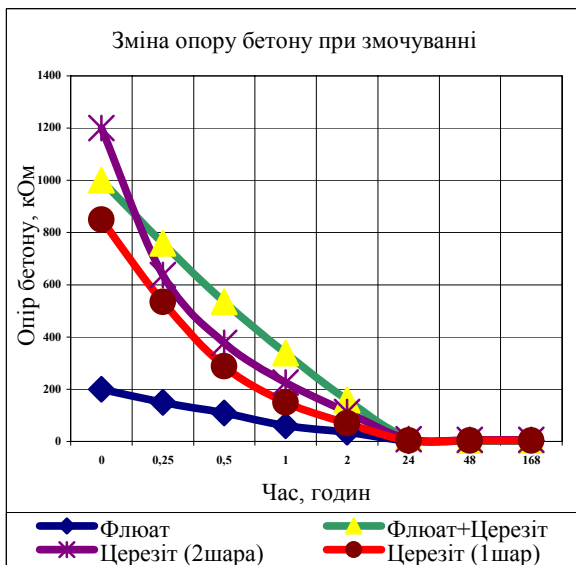


Рис. 4. Зміна опору зразків № 1, 3, 5, 6

### Дослідження водостійкості бетонних зразків

Водостійкість бетону показує його здатність зберігати фізико-механічні властивості при взаємодії з водою. Бетон як капілярно-пористе тіло має властивості водопоглинання і водонасичення при безпосередньому контакті з

водою. Водопоглинання бетону є одним із факторів водостійкості. Істотне значення в забезпеченні водостійкості бетону має його водонепроникність – властивість, характерна навіть для бетонів щільної структури. При проведенні дослідження, як зазначалось вище, зразки поглинали воду. Результати вимірювань кількості поглинутої води за 168 год наведені на рис. 5.

Таблиця 2

**Розрахунковий опір зразків**

№ зразка	$S, \text{ м}^2$	$R, \text{ Ом}$	$R_{\text{іср}}, \text{ Ом}\cdot\text{м}^2$	$\rho_v, \text{ Ом}\cdot\text{м}$
1	0,0039	2000	263,7	173,3
2	0,0039	3200000	15063,8	277333,3
3	0,0039	3000	1739,4	260,0
4	0,0039	3500000	18183,8	303333,3
5	0,0039	6000	1199,3	520,0
6	0,0039	4000	941,9	346,7

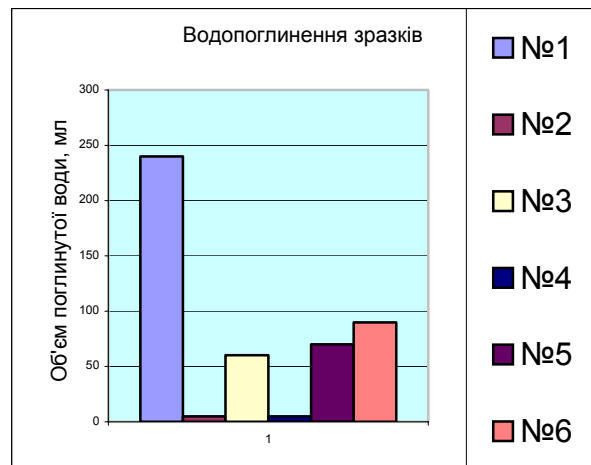


Рис. 5. Результати дослідження водопоглинання зразків

Аналізуючи отримані дані, можна вказати, що оброблені розчином «Сілол» зразки мають мінімальні (близькі до нуля) значення поглинутої води.

### Висновки

В результаті проведених досліджень за розглядуваними критеріями кращі показники має гідрофобний розчин «Сілол» вітчизняного виробництва, який може бути рекомендованим для обробки залізобетонних опор контактної мережі та фундаментів замість застосовуваних нині сполук.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДСТУ Б В.2.6-21-2000. С залізобетонні для опор контактної мережі залізниць. Технічні умови [Текст]. – К., 2000. – 25 с.
2. Сиченко, В. Г. Підвищення довговічності та надійності стійок залізобетонних опор контактної мережі [Текст] / В. Г. Сиченко, О. М. Полях, О. С. Кучмій // ОНПУ. Вип. «Підйомно-трансп. техніка». – 2008. – № 2. – С. 70–79.
3. Вайнштейн, А. Л. Коррозионные повреждения опор контактной сети [Текст] / А. Л. Вайнштейн, А. В. Павлов. – М.: Транспорт, 1988. – 111 с.
4. Лучко, Й. Й. Методи підвищення корозійної стійкості та довговічності бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд [Текст] / Й. Й. Лучко, І. І. Глагола, Б. Л. Назаревич / НАН України; Фіз.-мех. ін-т ім. Г. В. Карпенка: Каменярь, 1999. – 229 с.

Надійшла до редколегії 02.12.2011.  
Прийнята до друку 14.12.2011.

В. Г. СЫЧЕНКО, А. М. ПОЛЯХ, Г. О. ТАТАРЧЕНКО

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ ОТ КОРРОЗИИ

Проведено исследование влияния разных гидрофобизирующих соединений для железобетонных опор контактной сети на изменение их электрического сопротивления и водопоглощения. Показано, что по этим показателям наилучшие параметры имеет "Силол" отечественного производства.

*Ключевые слова:* железобетонная опора контактной сети, поверхностная защита от коррозии, электрическое сопротивление, водопоглощение, гидрофобизирующее соединение, «Силол»

V. G. SYCHENKO, O. M. POLYAKH, G. O. TATARCHENKO

## IMPROVEMENT OF SUPERFICIAL PROTECTION OF STEEL CONCRETE SUPPORTS OF THE CONTACT NETWORK AGAINST CORROSION

The influence of different water-repellent rendering compounds for steel concrete supports of a contact network on change of their electric resistance and water absorption is under study. It is shown that the domestic production "Silol" has the best parameters on these indices.

*Keywords:* steel concrete support of a contact network, superficial protection against corrosion, electric resistance, water absorption, water-repellent rendering compound, "Silol"