

## ВПЛИВ ДОБАВКИ “ПЕНЕТРОН АДМІКС” НА ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПОШКОДЖЕНОСТІ БЕТОНУ ТА НА РОБОТУ КОНСТРУКЦІЙ

© Пушкар Н.В., Хассейн Джухад Салман Аль-Амери, 2013

**Розглянуто вплив добавки “Пенетрон Адмікс” на величину коефіцієнта технологічної пошкодженості бетону, а також на деформування залізобетонних арок у процесі завантаження одноразовим короткочасним навантаженням.**

**Ключові слова:** технологічна пошкодженість, залізобетонна арка, прогин.

**The influence of the additive “Penetron Admix” on the coefficient of concrete technological damage is represented, as well as on the deformation of the arches during uploading a single short-term load.**

**Key words:** technological damage, reinforced concrete arch, deflection.

Залізобетон завдяки економічності та універсальності застосування є одним з основних будівельних матеріалів. Він надає широкі можливості для виконання будівельних завдань. Залізобетонним конструкціям властива пошкодженість, зокрема, початкова технологічна, що виникає у період технологічної переробки вихідних складових в матеріал і його – в конструкцію. Оскільки механічні характеристики композиційних матеріалів значною мірою визначаються тріщинами, то далі під технологічними дефектами розумітимемо тріщини, які виникають в матеріалі будівельних конструкцій у період організації структури і які існують у ньому до прикладення зовнішніх навантажень. При цьому передбачається, що тріщини, які виникають у матеріалі, автоматично стають тріщинами конструкції і визначають тим самим її тріщиностійкість, деформативність та несучу здатність [1].

Одним із способів поліпшення механічних та фізико-технічних властивостей бетонів є застосування модифікаторів бетонної суміші. Добавка «Пенетрон Адмікс» являє собою суху суміш, що складається зі спеціального цементу, кварцового піску визначеної гранулометрії, а також багатьох запатентованих активних хімічних добавок, які додаються в бетонну суміш під час її приготування у кількості 1 % від маси цементу [2].

Активні хімічні компоненти добавки «Пенетрон Адмікс», рівномірно розподілені у товщині бетону, розчиняючись у воді, вступають у реакцію з іонними комплексами кальцію і алюмінію, різними оксидами і солями металів, що містяться у бетоні. У ході цих реакцій формуються складніші солі, здатні взаємодіяти з водою і створювати нерозчинні кристалогідрати. Мережа цих кристалів заповнює капіляри, мікротріщини і пори завширшки до десятих часток міліметра, при цьому кристали стають складовою частиною бетонної структури. Згідно з [2], бетон з добавкою «Пенетрон Адмікс» набуває властивостей водонепроникності, морозостійкості, у нього підвищується міцність, з'являється здатність до «самозаліковування» тріщин.

Для дослідження впливу добавки «Пенетрон Адмікс» на формування технологічної пошкодженості бетону і на роботу залізобетонних елементів було передбачено виготовлення двох серій залізобетонних арок з постійним по довжині прямокутним перерізом  $b \times h = 5 \times 7$  см, прольотом  $L = 210$  см, стрілою підйому  $f = 42$  см. Зразки серії А, виготовлені зі звичайного важкого бетону, включали в себе 6 арок, зразки серії Б, виготовлені з важкого бетону з застосуванням добавки «Пенетрон Адмікс», – 4 арки. Склад бетону на  $1 \text{ м}^3$ : щебінь – 1200 кг, пісок – 600 кг, цемент – 320 кг, вода – 160 л. Для виготовлення бетону як великий заповнювач застосовувався гранітний

щебінь з фракцією зерен 5...10 мм, як дрібний заповнювач – річковий пісок з модулем крупності 1,8 і цемент марки 400 Одеського цементного заводу.

Під час дослідження технологічної пошкодженості дослідних зразків було звернено увагу на сітку поверхневих тріщин. Щоб вони проявилися, використовували водні розчини таніну [3]. Для кількісного визначення технологічної пошкодженості була застосована методика, запропонована В.С. Дорофєєвим і В.М. Вировим, в якій коефіцієнт пошкодженості визначається як відношення довжини поверхневих тріщин, виміряних курвіметром, до площі поверхні зразка, де проводились вимірювання [1].

Для визначення коефіцієнтів початкової пошкодженості у досліджуваних арках на кожній грані були виділені три ділянки розміром  $7 \times 7$  см (рис. 1). Коефіцієнти початкової пошкодженості були визначені з відношення довжини поверхневих тріщин, виміряної у межах ділянки  $7 \times 7$  см, до площі цієї ділянки. У цій роботі для вимірювання довжин поверхневих тріщин використовувалося програмне забезпечення AutoCAD, оскільки вимірювання довжин тріщин курвіметром має похибки [4]. Процес вимірювання тріщин проводився за методикою, описаною у [4], отримані значення коефіцієнтів технологічної пошкодженості залізобетонних арок наведені у таблиці.

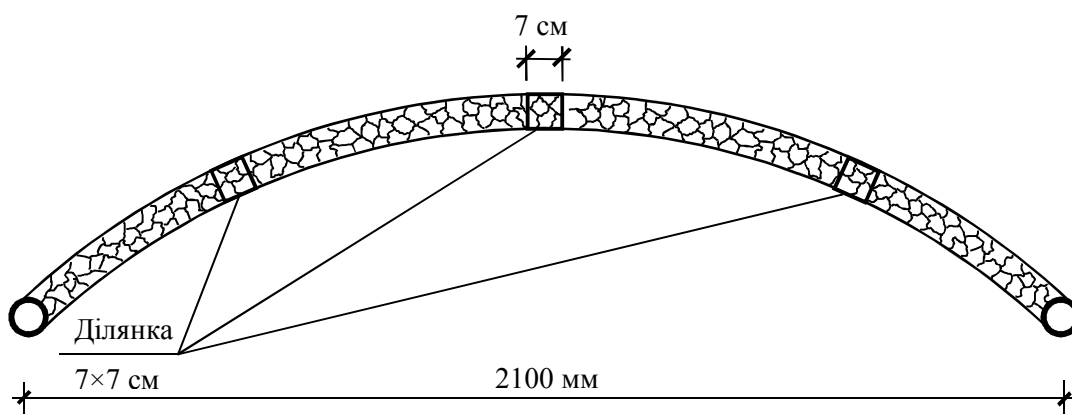


Рис. 1. Визначення технологічної пошкодженості в арках

#### Значення коефіцієнтів технологічної пошкодженості залізобетонних арок

Вид бетону	Марка арки	$K_{пл}$	$K_{пл, сер.}$ для замісу	$K_{пл, сер.}$ для виду бетону
Важкий бетон	A-1 <sub>1</sub>	4,13	4,34	3,86
	A-2 <sub>1</sub>	4,54		
	A-1 <sub>2</sub>	3,45	3,55	
	A-2 <sub>2</sub>	3,65		
	A-1 <sub>3</sub>	3,93	3,68	
	A-2 <sub>3</sub>	3,43		
Важкий бетон з добавкою «Пенетрон Адмікс»	Б-1 <sub>4</sub>	2,78	3,22	3,53
	Б-2 <sub>4</sub>	3,67		
	Б-1 <sub>8</sub>	4,28	3,83	
	Б-2 <sub>8</sub>	3,38		

Прийнявши середньоарифметичне значення коефіцієнтів пошкодженості зразків з важкого бетону за еталон, отримаємо таке: використання у складі бетону добавки «Пенетрон Адмікс» знижує ефект початкового тріщиноутворення в арках на 8,6 %, що підтверджує теорію про здатність бетону до «самозаліковування» початкових тріщин за наявності у його складі цієї добавки.

Експериментальні арки випробовувалися на згин як шарнірно оперті, завантажені двома зосередженими силами, розташованими на відстанях  $L_0 / 3$  від опор. Тип, кількість і розміщення вимірювальних приладів приймалися відповідно до завдання експерименту і з умов отримання якнайповнішої інформації про поведінку арок під час їхнього завантаження. Прогини арок по довжині та осідання опор у процесі випробування вимірювалися за допомогою індикаторів годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм (рис. 2).

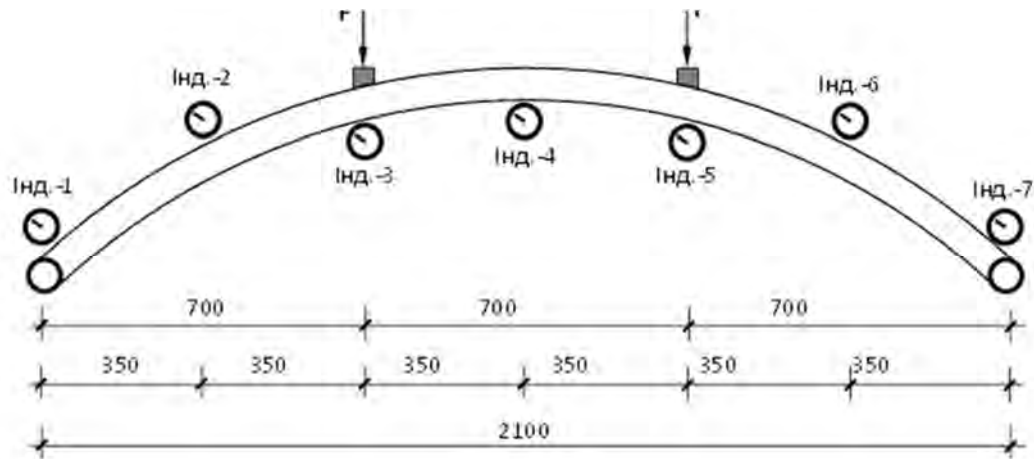


Рис. 2. Схема установки приладів на арках

Величина навантаження, що прикладалось, контролювалась по п'ятитонному динамометру. Завантаження проводилось ступенями по  $0,1F_u$  з витримкою на кожному ступені 5 хв. Показники індикаторів знімалися на кожному ступені двічі – одразу після подачі навантаження та після витримки під навантаженням, потім за отриманими даними для кожної арки будувалися графіки. Для вивчення деформування досліджуваних арок були обрані три рівні навантаження: I – 6 кН ( $F < 0,3F_u$ ), II – 14 кН ( $F < 0,5F_u$ ), III – 22 кН ( $F < 0,8F_u$ ), на рис. 3 показані середньоарифметичні значення прогинів арок по серіях.

За навантаження  $F = 6$  кН середні прогини арок з важкого бетону (серія А) під зосередженими силами (індикатори Інд.-3 та Інд.-5) дорівнюють 2,27 мм, середні прогини арок з важкого бетону з добавкою "Пенетрон Адмікс" (серія Б) дорівнюють 2,62 мм. Прогини арок серії Б у цих точках в середньому на 15,4 % більші порівняно з арками серії А. Середні прогини арок серії А у місцях установки індикаторів Інд.-2 та Інд.-6 при цьому самому навантаженні дорівнюють 0,25 мм, арок серії Б – 0,56 мм. Арки серії Б у цих точках мають прогини у 2,2 раза (на 124 %) більші, ніж серії А. Середні прогини арок серії А в середині прольоту (індикатор Інд.-4) дорівнюють 2,33 мм, арок серії Б – 2,93 мм. Арки серії Б у цій точці прогинаються на 25,8 % більше, ніж серії А.

Під час навантаження  $F = 14$  кН середні прогини арок серії А під силами (індикатори Інд.-3 та Інд.-5) дорівнюють 3,61 мм, середні прогини арок серії Б у тих самих точках дорівнюють 3,99 мм. Прогини арок серії Б у цих точках в середньому на 10,5 % більші, ніж серії А. Середні прогини арок серії А у місцях установки індикаторів Інд.-2 та Інд.-6 дорівнюють 0,20 мм, арок серії Б – 0,79 мм, тобто в 3,95 раза більші. Середні прогини арок серії А в середині прольоту (індикатор Інд.-4) дорівнюють 3,75 мм, арок серії Б – 4,06 мм. Прогини арок серії Б у цій точці на 8,3 % більші, ніж серії А.

За навантаження  $F = 22$  кН середні прогини арок серії А під силами (індикатори Інд.-3 та Інд.-5) дорівнюють 4,65 мм, середні прогини арок серії Б у тих самих точках дорівнюють 5,52 мм. Прогини арок серії Б у цих точках на 18,7 % більші, ніж серії А. Середні прогини арок серії А в місцях установки індикаторів Інд.-2 та Інд.-6 на цьому етапі завантаження перейшли у вигини, які становили 0,45 мм. Арки серії Б, як і раніше, мають у цих точках прогини, які становлять в середньому 0,28 мм, що менше порівняно з попереднім розглянутим етапом завантаження. Прогини

арок серії А в середині прольоту (індикатор Інд.-4) дорівнюють 5,09 мм, арок серії Б – 5,61 мм. Арки серії Б у цій точці мають прогини на 10,2 % більші, ніж серії А.

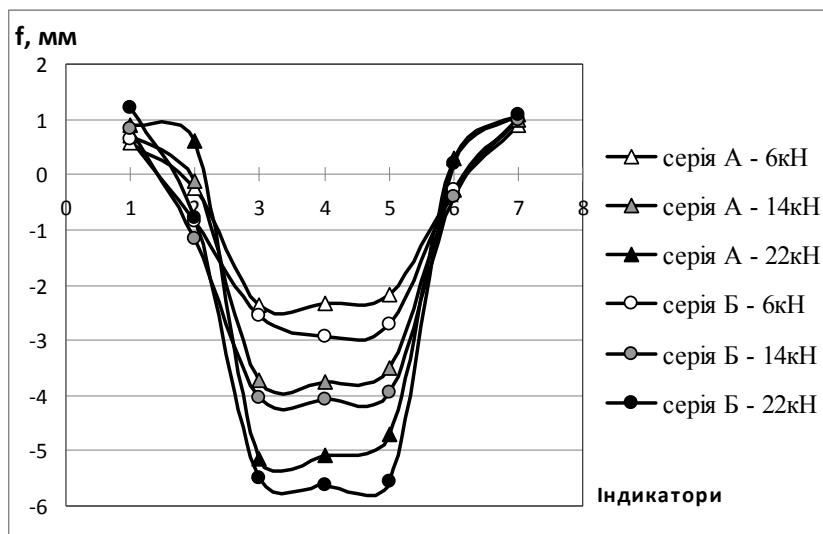


Рис. 3. Середні значення прогинів досліджуваних арок за обраних рівнів навантаження

### Висновки

Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування у складі бетону добавки «Пенетрон Адмікс» впливає на величину коефіцієнтів технологічної пошкоженості, – знижує їх значення на 8,6 % порівняно з важким бетоном без добавки.

З проведених досліджень випливає, що при використанні у складі бетону добавки «Пенетрон Адмікс» значення прогинів залізобетонних арок під час завантаження їх одноразовим короткочасним навантаженням значно відрізняються від прогинів арок, виготовлених з бетону без добавки. Так, застосування добавки «Пенетрон Адмікс» підвищує значення прогинів щодо важкого бетону від 8,3 до 25,8 % в середині прольоту і в кілька разів – на приопорних ділянках.

1. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций / В. Дорофеев, В. Выровой. – О.: Город мастеров, 1998. – 168 с. 2. Научно-техническое заключение по теме: «Проведение испытаний по определению влияния добавки «Пенетрон Адмикс» на бетон по показателям: водонепроницаемость, морозостойкость, прочность». Филиал ФГУП «НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО» – Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона НИИЖБ. – М., 2008. – 13 с. 3. Способ выявления трещин в бетонных и железобетонных конструкциях на неорганическом вяжущем / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, С.С. Макарова, С.А. Абакумов. – Полож. реш. №5008907/33 (059304) от 03.07.91. 4. Усовершенствование методики определения технологической поврежденности бетона / Н.В. Пушкарь, А.В. Бараев, Сабир Юсиф Бакир, Хассейн Джухад Салман Аль-Амери // Вісник ОДАБА. – Одеса, 2012. – Вип. №47, Ч.2. – С. 323–327.