

СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ПРОСОЧЕНИХ СІРКОЮ

© Цібеленко П.П., 2012

Досліджено вплив просочення сіркою на структурно-механічні характеристики бетонних елементів прямокутного січення за дії навантаження. Наведено методику досліджень та експериментальні результати бетонних елементів за вказаних умов.

Ключові слова: просочування, сірка, модифікація, структурно-механічні характеристики

Investigated the influence of impregnating sulfur on the structure and mechanical properties of concrete elements with rectangular cross section under the influence of load. Presented the method of research and experimental results of concrete elements under the specified conditions.

Key words: impregnation, sulfur, modification, structural and mechanical.

Постановка проблеми. Підвищення довговічності і надійності роботи залізобетонних конструкцій за дії різних агресивних середовищ, кліматичних умов і навантажень є важливим завданням. Одним із ефективних способів підвищення фізико-механічних та інших характеристик бетону є просочування різними розчинами і композиціями, а особливо, мономерами з подальшою полімеризацією безпосередньо у порах бетону. Такі матеріали отримали назву бетонополімери. У результаті ущільнення структури бетону полімером у кілька разів зростає його деформативність, значно підвищується морозостійкість і стійкість в агресивних середовищах, покращуються інші властивості. Але широкому застосуванню бетонополімерів для створення ефективних конструкцій заважає дефіцит і висока вартість мономерів, їх випаровування, токсичність і складність технології. Як недороге і не менш ефективне просочення матеріалу для бетону застосовується сірка.

Актуальність досліджень і публікацій. Досліди В.І. Бабушкіна, А.М. Волгушева, В.П. Манзія, М.І. Мовчана, Ю.І. Орловського, В.В. Потуроева, Д.А. Угінчуса [1–4] показали ефективність просочування бетонів розчином сірки різних модифікацій, розроблена технологія просочування, вивчені основні властивості бетонів і їх довговічність, отримавши назву бетоносіркополімерів. Виконані сьогодні дослідження унеможливають виконання багатьох завдань, пов'язаних з розрахунком залізобетонних елементів, частково чи повністю просочених розчином сірки, зокрема і полімерної, за різних силових дій і навантажень. Відсутність науково обґрунтованих рекомендацій з визначення фізико-механічних характеристик бетоносіркополімерів і розрахунку елементів на їх основі є перешкодою для впровадження цього матеріалу у практику будівництва і проектування.

Постановка завдань і досліджень. Поданий вище короткий аналіз стану питання свідчить про те, що фізико-механічні властивості бетонних елементів, просочених сіркою, є маловивченими, бо виникає необхідність у глибшому та ґрунтовнішому їх дослідженні. Провести порівняння теоретичної (прогнозованої) поведінки бетонних елементів, просочених сіркою, з тією, яка була отримана експериментально.

Експериментальні дослідження та їх результати. Для реалізації поставлених завдань були виготовлені зрізці: куби з розмірами грані 10 см, призми розміром 10х10х40 см, бетонні і армовані балки січенням 7х10 см завдовжки 100 см. Дослідні зрізці виготовлялись у лабораторних умовах за принциповою схемою, показаною на рис. 1.

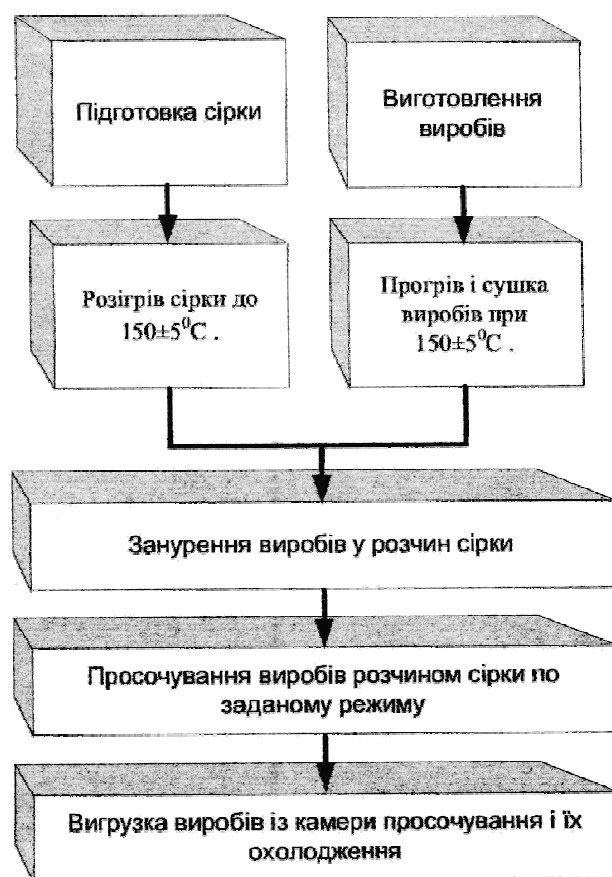


Рис. 1. Принципова схема виготовлення дослідних зразків

Після виготовлення взірці висушували у спеціальній сушильній камері за температури 100...120 °С протягом трьох діб до сталої ваги і половину з них безпосередньо після сушіння у гарячому стані поміщали в камеру просочування з розчином сірки за температури 150±5 °С.

На рис. 2 показано схему просочування виробів розчином сірки.

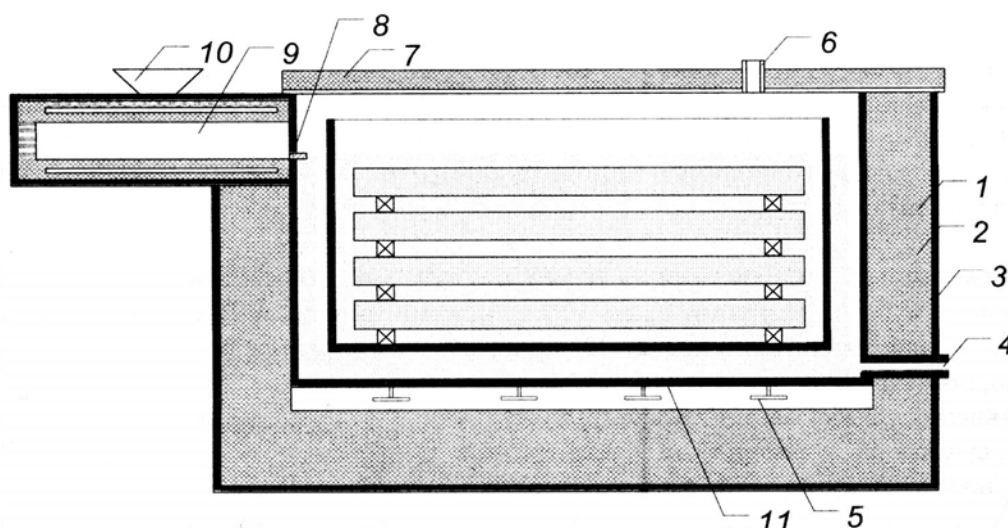


Рис. 2. Схема камери просочування виробів розчином сірки: 1 – внутрішня сталева ємкість; 2 – теплоізоляція; 3 – кожух камери просочування; 4 – патрубок для зливу розчину; 5 – трубчасті електронагрівачі; 6 – патрубок для приєднання вакуумнасоса; 7 – кришка; 8 – патрубок для зливу розплаву сірки в камеру просочування; 9 – розплавлювач; 10 – бункер для завантаження сірки в розплавлювач; 11 – контейнер

Після просочування взірці виймали із розчину, охолоджували і очищали від напливів сірки. Характеристику бетону дослідних взірців після просочування розчином сірки наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика бетону дослідних зразків після просочування у розчині сірки

Серія	Призмova міцність (середня), R_m	Відсоток поглинутої сірки (середній по призмах)	Відсоток поглинутої сірки по балках (середній по близнюках)		
			П-8	П-12	П
П - I _п (к)	64,3	2,4	2,4	2,4	2,5
П - II _п (к)	65,3	4,6	9,3	7,2	4,3
П - I _п (П)	78,2	3,4	2,8	3,2	3,7
П - II _п (П)	83,4	5,6	9,2	8,4	5,5

Паралельно з просоченими взірцями випробовувались контрольні (непросочені) для зіставлення обох видів бетону за короткодійного навантаження. Структурно-механічні характеристики бетону, просоченого сіркою, за стиску знаходили параметричні рівні мікро- R_{crc}^o і макротріщиноутворення- R_{crc}^v згідно з роботами О.Я. Берга.

Дослідженнями встановлено, що на величини мікро- і макротріщиноутворення переважно впливає щеплення заповнювачів із цементним каменем, і чим воно вище, тим вище значення параметричних рівнів для рівномірних бетонів.

Для встановлення структурно-механічних характеристик R_{crc}^o і R_{crc}^v за результатами вимірювання поздовжніх і поперечних пружно-миттєвих і пластичних деформацій в кінці витримки взірця під навантаженням на кожному етапі вираховували відносні об'єми деформації Q і приріст об'ємних деформацій ΔQ , а також середній приріст повних поперечних до повних поздовжніх деформаційні – на етапі навантаження Δv .

При цьому можливо з достатньою точністю визначити величину R_{crc}^v , знизивши до рівня (0,04...0,05) R_B приріст навантаження на відповідному етапі.

Величину R_{crc}^o якнайточніше знаходили за зміною часу проходження ультразвукових імпульсів через взірць (рис. 3).

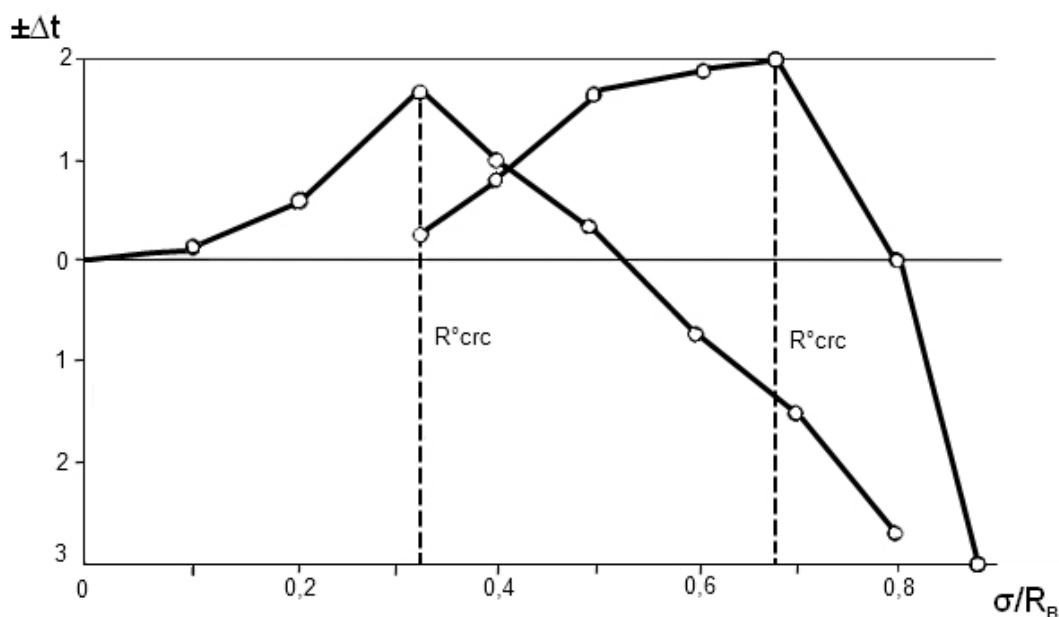


Рис. 3. Залежність зміни часу проходження ультразвуку від рівня напружень: 1 – контрольний взірець; 2 – взірець, просочений сіркою

Зміну часу проходження імпульсу знаходили за формулою

$$\Delta t = \frac{\Delta t_n - \Delta t_H}{\Delta t_H} 100 \%,$$

де Δt_n і Δt_H – час проходження ультразвуку в МКС за $\sigma=0$ і подальшого зростання напруження у бетоні.

Дослідами встановлено, що для усіх важких бетонів значення експериментальних параметричних рівнів залежить від призової міцності бетону.

Аналіз процесу деформування бетонних призм під час навантаження дає змогу виявити відмінності у перебігу процесів деструкції бетону контрольних (непросочених) і просочених кристалічною сіркою взірців. Структурно-механічні характеристики порівнювальних бетонів оцінювались значеннями диференціального коефіцієнта поперечної деформації і диференціальної зміни об'єму бетонної призми за стиску (рис. 4).

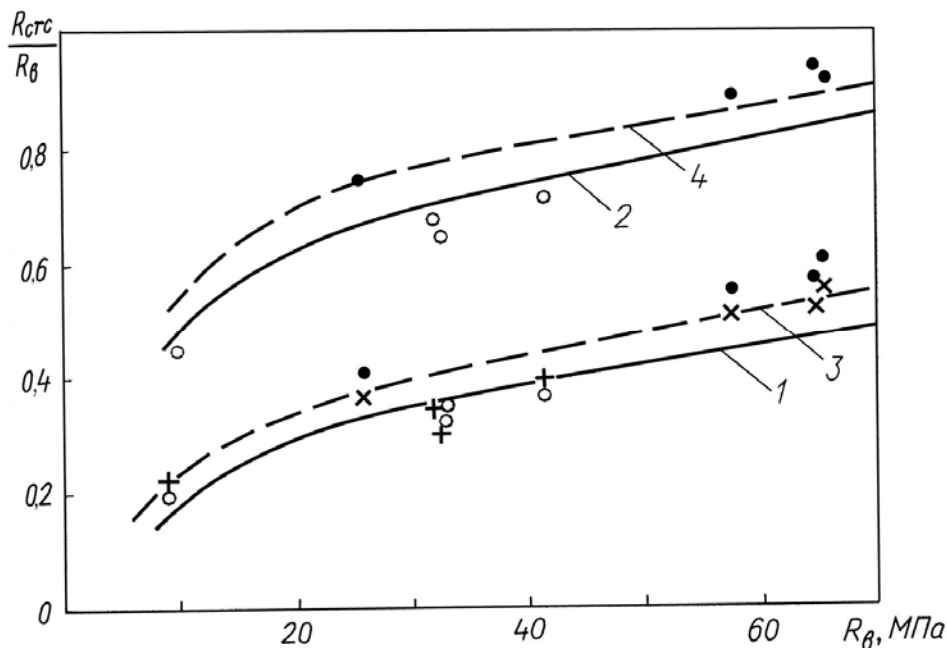


Рис. 4. Залежність параметричних рівнів від R_θ : 1 – нижній параметричний рівень $R_{crc}^o : R_\theta$; 2 – те саме, верхній $R_{crc}^v : R_\theta$ – для непросочених взірців; 3, 4 – нижній і верхній параметричні рівні для просочених взірців. Умовні позначення: \circ – непросочені (контрольні) взірці; \bullet – те саме, просочені розплавом кристалічної модифікації сірки; \times – дослідні значення нижнього параметричного рівня, установлене за швидкістю проходження ультразвуку (непросочені взірці); $+$ – те саме, просочені

Із результатів випробувань зрозуміло, що зміна диференціального об'єму для контрольних і просочених взірців залежно від рівня напружень перебігає за певною залежністю. Так, до рівня напруження 0,4...0,8 він зменшується, а за рівня, близького до руйнуючого, значно зростає. При цьому для просочених взірців спостерігаються дві характерні переламні точки: на рівні напружень 0,35...0,4 і 0,75...0,8. За досягнення другої точки спостерігається збільшення об'єму взірця у результаті інтенсивного тріщиноутворення. Для контрольних взірців момент тріщиноутворення значно нижчий і знаходиться на рівні напружень 0,4...0,5 від руйнуючих. Диференціальний коефіцієнт поперечної деформації Δv у контрольних призмах знижується за рівня напружень 0,3...0,4 R_B , в той час, як у просочених взірців коефіцієнт Δv – до рівня напружень 0,6...0,7 R_B залишався фактично без змін. Це підтверджується тим, що структура просоченого сіркою бетону щільніша, а зв'язки заповнювачів і цементного каменю – міцніші. Початок збільшення Δv збігається з нижньою межею мікротріщиноутворення R_{crc}^o , яка для просочених взірців виявилась у 1,5...2,2 раза вищою, ніж для контрольних. Ці результати узгоджуються з рівнем мікротріщиноутворення, установленого на початку затухання приросту об'єму призм ΔQ .

Дослідні величини рівнів тріщиноутворення

Серія	R_{crc}^o / R_B (за тензометрією)		R_{crc}^o / R_B (за ультразвуком)		R_{crc}^v / R_B	
	контрольний	просочений	контрольний	просочений	контрольний	просочений
I _n - I _n (κ)	0,4	0,57	0,37	0,52	0,71	0,93
II _n - II _n (κ)	0,32	0,6	0,33	0,55	0,65	0,92
III _n - III _n (κ)	0,36	0,55	0,36	0,51	0,68	0,89
IV - IV _n (κ)	0,22	0,41	0,2	0,37	0,45	0,74

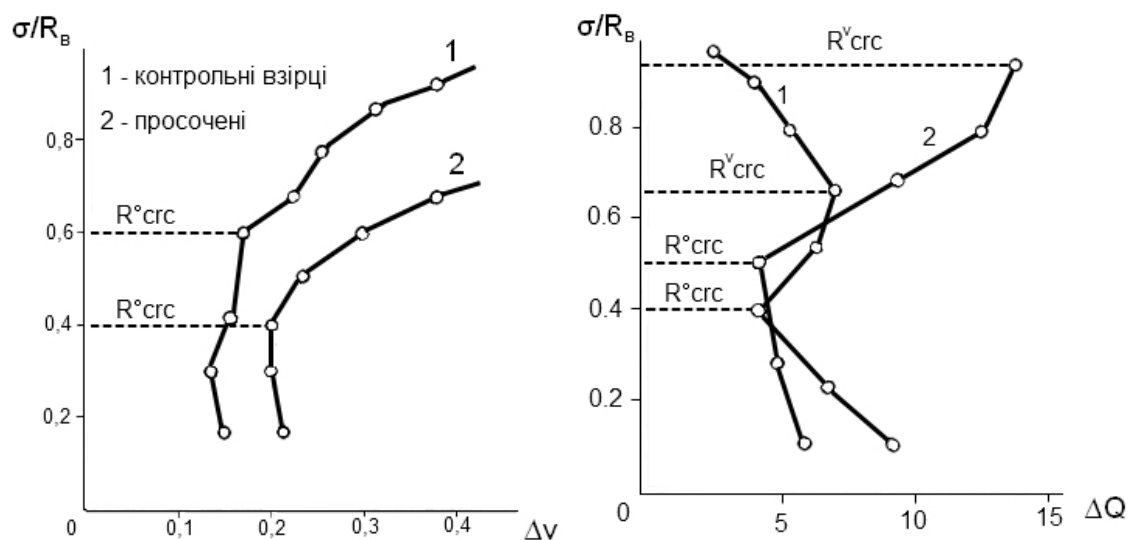


Рис. 5. Залежність диференціального коефіцієнта поперечної деформації (а) і диференціальної зміни об'єму (б) за дії короткотривалого стискаючого навантаження від рівнів напружень

Верхня межа мікротріщиноутворення R_{crc}^v за досягнення диференціального коефіцієнта поперечної деформації $\Delta v = 0,5$ і рівня напруження, близького до 1. Як бачимо із табл. 2 і рис. 5, верхня межа досягається незадовго до руйнування за рівня напружень: для контрольних взірців – 0,45...0,71, для просочених – 0,74...0,93. Порівняння дослідних і розрахункових величин параметричних рівнів наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Порівняння розрахункових і дослідних величин параметричних рівнів тріщиноутворення

Серія	$R_{crc}^o : R_B$ (розрах. : досл.)		$R_{crc}^v : R_B$ (розрах. : досл.)	
	тензометрія	ультразвук	тензометрія	ультразвук
I _n (κ)	0,84	0,92	0,87	0,94
II _n (κ)	0,82	0,89	0,89	0,97
III _n (κ)	0,85	0,92	0,89	0,98
IV _n (κ)	0,83	0,92	0,9	1
I _n	1,03	1,1	1,03	–
II _n	1,15	1,12	1,04	–
III _n	0,86	0,95	1,14	–

Із табл. 3 зрозуміло, що розбіжності дослідів і розрахунку у цьому випадку становлять 2...10 %.

Висновки. Виконані експериментальні дослідження показують, що за збільшення напружень сірка, яка заповнила пори, капіляри і дефекти структури бетону, ущільнюючись, все більше поглинає і релаксує енергію деформування і частково розтягує зусилля, про що свідчить відсутність поперечних деформацій. За подальшого росту напружень процес деформування ущільненої сірки зменшується і відбувається перерозподіл зусиль на матрицю, що призводить до процесу тріщиноутворення і збільшення коефіцієнта поперечної деформації.

1. Патуров В.В., Орловский Ю.И., Мандзий В.П. *Технология пропитки изделий раствором серы // Бетон и железобетон.* – 1983. – № 7. – С. 28–29. 2. Орловский Ю.И., Мандзий В.П. *Исследование свойств бетонов, пропитанных раствором серы // Строительство и архитектура.* – 1980. – № 1. С. 78–81. 3. Волчушев А.Н., Патуров В.В. *Применение серы для пропитки поровой структуры строительных материалов // Бетон и железобетон.* – 1976. – № 11. – С. 38–39. 4. Цібеленко П.П. *Перспективний будівельний матеріал // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій.* – Львів, 2006. – № 8. – С. 106–107. 5. Мандзий В.П. *Разработка технологии и изучение свойств бетонных изделий, пропитанных раствором серы дисс. ... канд. техн. наук.* – М., 1983. 6. Цібеленко П.П., Шакуров Д.Д. *Міцність бетонних елементів, просочених сіркою // Вісник НУ "ЛП" "Теорія і практика будівництва".* – 2007. – № 600. – С. 318–322. 7. Цібеленко П.П. *Деформативність бетонних елементів, просочених сіркою // Вісник НУ "ЛП" "Теорія і практика будівництва".* – 2011. – № 697. С. 238–243.

УДК 628.113: 532.542:532.559.2

В.В. Чернюк, М.П. Босак, О.Г. Гвоздецький,
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра гідравліки та сантехніки

ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТРУБЧАСТИХ ВОДОЗАБІРНИХ ОГОЛОВКІВ З БІЧНИМИ ВОДОПРИЙМАЛЬНИМИ ВІКНАМИ

© Чернюк В.В., Босак М.П., Гвоздецький О.Г., 2012

Запропоновано спрощені, а також удосконалені теоретичні основи гідравлічних розрахунків трубчастих водозабірних оголовоків з бічними водоприймальними вікнами з урахуванням змінної витрати рідини по довжині оголовка.

Ключові слова: трубчастий водозабірний оголовок з бічними водоприймальними вікнами, рух рідини змінної витрати.

Simplified as well as improved theoretical bases of hydraulic calculations of a tubular water-intake head with lateral water-receiving apertures under the condition of variable flow rate along the pipeline are suggested.

Key words: tubular water-intake head with lateral water-receiving apertures, variable flow rate fluid flow.

Вступ. Водоприймальні оголовки є складовими частинами водозабірних споруд річищного (рос. – руслового) типу. Вода від оголовоків самопливними чи сифонними трубопроводами поступає в береговий колодязь [1] або канал (рис. 1). Різновидом водоприймальних оголовоків є трубчасті оголовки з бічними водоприймальними вікнами (рис. 1, 2). У них утворюються напірні потоки зі змінною витратою води, які розраховують так само, як напірні трубопроводи-збирачі (ТЗ). Останні зустрічаються у таких технічних системах: водопостачання (оголовки річищних водозаборів, променеві водозабори, трубчасті горизонтальні водозбори [2], водопровідні очисні споруди);