

$$n_1=684 \cdot 10^{-2} \text{ н/см}^2, n_2=0,76 \cdot 10^{-2} \text{ н/см}^3.$$

В цьому випадку: $P_0=126,6 \text{ н/см}$, $M_0=1191,4 \text{ н см/см}$.

При дії газового тиску $p=1 \text{ атм}$ коефіцієнти n_1, n_2 приймають значення

$$n_1=0,85 p, \quad n_2=0.$$

Тоді $M_0=1515 \text{ н см/см}$, $P_0=159,1 \text{ н/см}$.

Величини згинальних моментів та окружної сили:

$$\begin{aligned} M^q(0) &= 1191,4 \text{ н см/см}, & K^q(0) &= 357,4 \text{ н см/см}, & T^q(0) &= 88,3 \text{ н/см} \\ M^p(0) &= 1515 \text{ н см/см}, & K^p(0) &= 455 \text{ н см/см}, & T^p(0) &= 122 \text{ н/см} \end{aligned}$$

Напруження в стінці резервуара:

$$\begin{aligned} \sigma_m^q &= 117 \text{ МПа}, & \sigma_\theta^q &= 36,5 \text{ МПа} \\ \sigma_m^p &= 142 \text{ МПа}, & \sigma_\theta^p &= 48,5 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Сумарні напруження $\sigma_m = 259 \text{ МПа}$, $\sigma_\theta = 80 \text{ МПа}$

Якщо розрахувати цей резервуар за безмоментною теорією і вважати, що він знаходиться лише під дією гідростатичного тиску нафти, то напруження в стінці резервуара будуть рівними $\sigma_m = 64,1 \text{ МПа}$, $\sigma_\theta = 32,1 \text{ МПа}$.

Порівняння результатів показує, що врахування при розрахунку резервуара газового тиску і крайового ефекту веде до суттєвого збільшення величини напружень і зміни співвідношення між ними. Ці фактори слід враховувати при розрахунку і експлуатації резервуарів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Канторович З.Б. Основы расчета химических машин и аппаратов. –М.:Машигиз, 1960. - 571 с.
2. Горбунов-Посадов М.И. Плита на упругом основании. –М.-Л.:Госстройиздат, 1966. -324 с.

УДК 624.012:620.193

Т.Б. Юзьків, к.т.н., Р.В. Вашкевич, к.т.н., М.С.Коваль, к.пед.н., доцент (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)

ВПЛИВ ВИДУ ПІДСИЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ВІДНОВЛЕНИХ ПІСЛЯ ДІЇ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

В статті досліджується вплив виду відновлення на міцність залізобетонних балкових елементів, підсилених під навантаженням. Перед підсиленням балки перебували під одночасним впливом агресивного середовища та навантаження, що відповідає реальним умовам експлуатації конструкцій. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що вид підсилення не впливає на міцність залізобетонних балок, відновлених після дії агресивного середовища.

В сучасних умовах на багатьох підприємствах постала проблема відновлення основних виробничих фондів, важливою складовою яких є будівлі та споруди виробничого

призначення. Досить часто вони перебувають у сильно пошкодженому стані, створюючи можливість виникнення аварійних ситуацій техногенного характеру. На сьогоднішній день одним з найпоширеніших будівельних матеріалів є залізобетон. Він успішно виконує несучі функції в будівельних конструкціях при широкому діапазоні силових навантажень та інших чинників, що визначаються умовами експлуатації в різних середовищах. Але, при дії агресивного середовища кородує як бетон, так і арматура конструкції, що і призводить до виникнення аварій будівель та споруд в цілому [1,2]. Однак аналіз досліджень показує, що недостатньо вивчено питання впливу одночасної дії навантаження і агресивного середовища на напружено-деформований стан залізобетонних конструкцій. За винятком деяких робіт проведено незначну кількість досліджень і щодо відновлення несучої здатності таких конструкцій [3].

Корозія може відбуватися як у звичайних, природних умовах, так і в умовах, створених внаслідок господарської діяльності людини, особливо в умовах виробничих підприємств, в яких виготовляються чи зберігаються хімічно агресивні речовини пов'язані з наявністю високої концентрації цих речовин у розчинах чи випарах. Такі агресивні середовища здатні за короткі терміни призводити до пошкодження конструкцій з непередбачуваними наслідками. Дія агресивного середовища може мати як суцільний, так і локальний характер. Найнебезпечнішим при локальній дії агресивного середовища є пошкодження ділянок з максимальним напруженим станом.

Особливістю цих досліджень є те, що залізобетонні балки перебувають під одночасним впливом навантаження і агресивного середовища. Відновлення поперечного перерізу пошкоджених конструкцій виконували під навантаженням. Таке поєднання впливів є актуальним для вивчення, оскільки відображає реальні умови роботи і підсилення конструкцій (не завжди є можливість повністю розвантажити пошкоджені конструкції для їх підсилення після аварійних ситуацій техногенного та характеру).

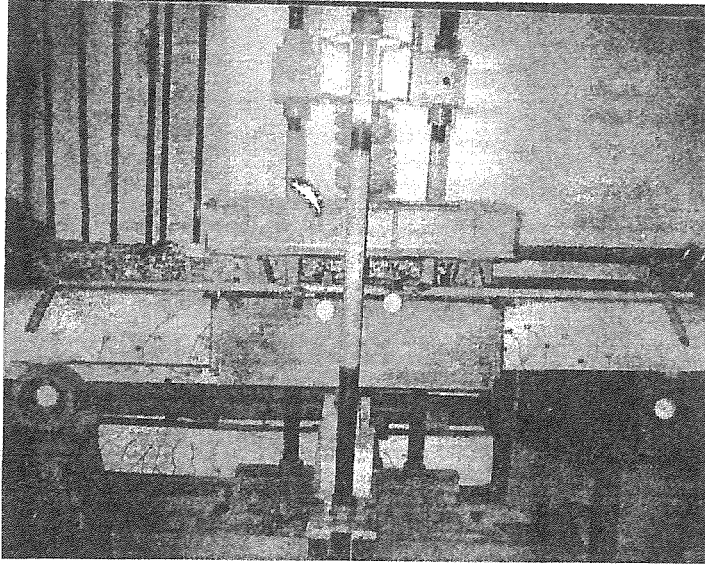
Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено дві серії залізобетонних балок. Склад бетону серії 1 прийнято Ц:П:Щ=1:1,14:2,62 при водоцементному відношенні В/Ц=0,35. Використовували цемент марки М500 Миколаївського цементного заводу і кварцовий пісок Ясницького кар'єру без домішок з модулем крупності $M_c=2,08$, щебінь – гранітний Селіщанського кар'єру Рівненської області фракції 5...40 мм. Середня призмova міцність на становила 44 МПа.

Склад бетону серії 2 прийнято Ц:П:Щ=1:0,99:2,24 при водоцементному відношенні В/Ц=0,30. Цемент – марки М500 Миколаївського цементного заводу. Пісок використано кварцовий Славутського кар'єру Хмельницької області без домішок з модулем крупності $M_c=2,04$, щебінь – гранітний Селіщанського кар'єру Рівненської області фракції 5...10 мм – 45%, 10...20 мм – 55%. Середня призмova міцність становила 48,7 МПа. Балки серій 1 і 2 були виготовлені з бетону різного складу, але з однаковим відсотком армуванням $\mu \approx 1,5\%$.

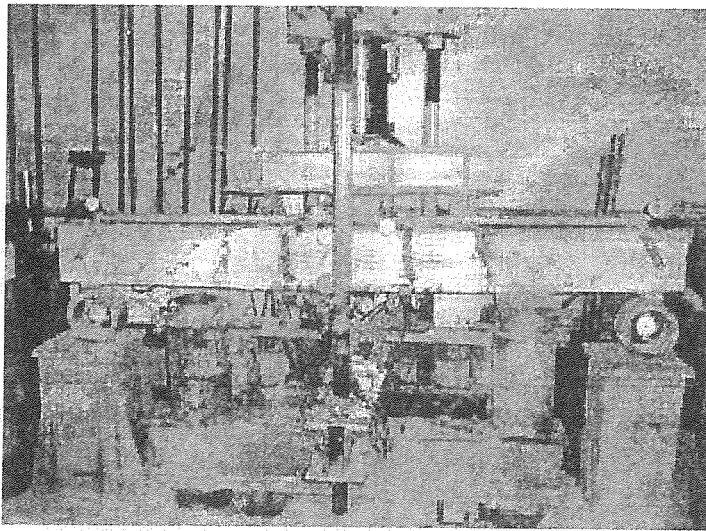
При проведенні експериментальних досліджень спочатку визначали параметри непошкоджених корозією залізобетонних балок. Для цього проводили випробування балок прикладанням короткочасного навантаження до руйнування двома зосередженими силами в третинах прогону. Для навантаження конструкцій використовували гідравлічний домкрат. Навантаження прикладалося ступнево. При цьому фіксувалися прогини, наявність та розвиток тріщин, деформації бетону та арматури. Руйнування балок відбулося внаслідок текучості арматури в зоні дії найбільшого згинального моменту з наступним роздробленням бетону стиснутої зони. Так було експериментально отримано величину руйнівного згинального моменту M_u^{exp} , що відповідає міцності нормальних перерізів балок, не пошкоджених корозією. Для балок першої серії руйнівний момент становив $M_u^{exp} = 25,53 \text{ кН} \cdot \text{м}$, для балок другої серії – $M_u^{exp} = 23,49 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Експериментальні випробування залізобетонних балок за одночасної дії агресивного середовища і навантаження виконувались на спеціальних стендах (рис. 1 а).

Рис. 1. Стенди для випробування балок:



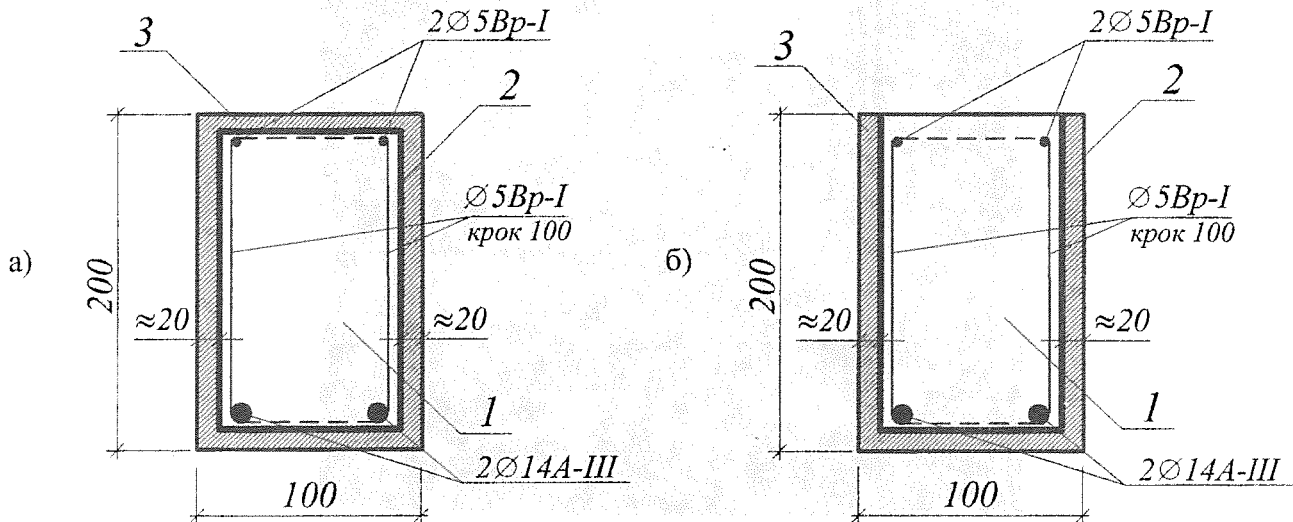
а) при тривалій дії агресивного середовища і навантаження;



б) при короткочасному випробуванні балок, відновлених після впливу агресивного середовища

Балки обох серій були завантажені двома силами в третинах прогону до рівня $0,5 M_u^{exp}$ і піддавалися впливу агресивного середовища на локальній ділянці в зоні „чистого” згину. Для підведення агресивного середовища на балках закріплювалися спеціальні ванни, в які наливався 10%-ий розчин сірчаної кислоти. За концентрацією кислоти вівся постійний контроль. Під час змін кислоти з ванн видалялись продукти корозії матеріалів балки.

Для дослідження впливу на напружено-деформований стан підсилених балок виду підсилення – в межах серії 1 в двох балках кислота заливалася врівень з верхньою гранню. Балки другої серії занурювались в агресивне середовище повністю, рівень кислоти був на 10...15 мм вище, ніж рівень верхньої грані балки. Час перебування відповідних балок-близнюків в агресивному середовищі під навантаженням приймали однаковим.



а) підсилення обіймою з чотирьох сторін для балок серії 2

б) підсилення обіймою з трьох сторін для балок серії 1

Рис. 2 Схема перерізу підсилених балок:

1 – „старий” бетон, 2 – зчеплюючий шар, 3 – бетон відновлення.

Дія агресивного середовища припинялася як тільки фіксувалася корозія робочої арматури. Після перебування балок в агресивному середовищі проводили відновлення поперечного перерізу. Схема перерізу відновлених балок зображена на рис. 2.

Процес підсилення перерізу та відновлення несучої здатності залізобетонних балок відбувався без розвантаження балок тобто при діючому рівні навантаження $0,5 M_u^{exp}$. Поверхню балок зачищали піскоструминним апаратом. Далі на балки встановлювали в'язаний каркас зі сталевого дроту $\varnothing 1,2$ мм (чотири поздовжні стержні та поперечні хомути з кроком 60 мм). Потім наносили з'єднувальний шар Sika Monotor 610 і відновлювали переріз балок в дерев'яній опалубці бетоном з застосуванням суперпластифікатора Sika ViskoCrete – 3 (осадка конуса 15 см). На 28 добу підсилені балки випробували прикладанням короткочасного навантаження до руйнування (див. рис 1 б). Експериментальні величини згинальних моментів, які відповідають граничному стану M_u^{exp} , а також їх порівняння в залежності від виду підсилення наведені в табл. 1. Також в таблиці наведено і розрахункові величини моментів M_u^{norm} згідно з нормами [4,5].

Таблиця 1. Результати експериментальних випробувань балок, відновлених після корозії

Шифр балок	Геометричні розміри перерізу, b×h, мм			Величина згинальних моментів, кН·м					$\frac{M_u^{exp}}{M_{u2}^{norm}}$	$\frac{M^{exp}}{M_{u1}^{norm}}$
				Експериментальний		Розрахункові згідно СНиП 2.03.01-84*				
	не пошкоджений	пошкоджений	відновлений	при навантаженні M_u^{exp}	граничний M_u^{exp}	не пошкоджена M_{u1}^{norm}	пошкоджена M_{u1}^{norm}	відновлена M_{u2}^{norm}		
БДп 1.6-0,5к	99×204	67×188	103×203	12,05	21,68	22,76	21,65	22,93	0,945	0,557
БДп 1.7-0,5к	99×199	68×184	102×203	11,97	22,21	22,14	21,07	22,86	0,972	0,568
БДп 2.8-0,5к	99×201	63×165	104×204	10,99	21,71	22,69	18,19	23,18	0,937	0,604
БДп 2.9-0,5к	98×201	62×166	103×199	11,88	21,43	22,59	17,71	22,42	0,956	0,671

Як видно з результатів експериментальних випробувань, внаслідок впливу агресивного середовища і навантаження несуча здатність нормальних перерізів експериментальних зразків, згідно з виконаними розрахунками, за нормами зменшилася орієнтовно на 5 % для балок серії 1, в яких доступ агресивного середовища був з трьох сторін і верхня грань не кородувала (було 21,68...22,21 кН·м – стало 21,65...21,07 кН·м), та на 24 % для балок серії 2, які занурювалися в агресивне середовище повністю (було 22,69...22,59 кН·м – стало 18,19...17,71 кН·м). Проте, внаслідок відновлення поперечного перерізу балок пошкоджених агресивним середовищем шаром нового високоміцного бетону (призмova міцність становить $R_b = 52,5 \text{ МПа}$) із одночасним забезпеченням сумісної роботи старого й нового бетонів вдалося відновити несучу здатність експериментальних зразків і навіть підвищити її на 0,7...3,2% (див. табл. 1).

Слід відмітити, що не було помічено залежності виду відновлення (обойма з трьох боків – балки БДп 1.6-0,5к і БДп 1.7-0,5к чи з чотирьох боків – балки БДп 2.8-0,5к і БДп 2.9-0,5к) на міцність при короткочасному навантаженні підсилених балок до руйнування. Експериментальні величини згинальних моментів, які відповідають граничному стану M_u^{exp} були близькими за значенням. Відсутність залежності виду відновлення на несучу здатність можна пояснити близькістю значень призмовой міцності бетону серії 1 (44 МПа) і серії 2 (48,7 МПа), а також бетону відновлення (52,5 МПа).

Отже, за результатами проведених досліджень, можна зробити висновок, що при відновленні залізобетонних згинальних елементів, пошкоджених в умовах одночасної дії агресивного середовища та навантаження не було зафіксовано впливу відновлення (обойма з трьох чи з чотирьох сторін) на несучу здатність підсилених залізобетонних елементів. При цьому слід зауважити, що досягнення відновлення їх повної несучої здатності можливе при умові використання обійми нарощування з нового бетону і забезпечення сумісної роботи нового та старого бетонів без нарощування перерізу робочої арматури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бліхарський З.Я. Корозія конструкцій будинків з гальванічним виробництвом// Міжвідомчий науково-технічний збірник. Будівельні конструкції.-Київ, НДІБК-1999,С.195-198.
2. С.Н.Алексеев, Ф.М.Иванов, С.Модры, П. Шисиль. Долговечность железобетона в агрессивных средах.- М.,1990 – 316с.

3. Мамаев Т.Л. Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов, восстановленных после коррозионных испытаний и механических повреждений: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.01 / НИИЖБ. - Москва, 1997. - 19 с.

4. ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків і споруд. – К.: Державний комітет України з будівництва і архітектури, 2003 – 82 с.

5. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. - 80 с.

УДК 539

*Козут М.С., д.т.н., професор (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України),
Лебідь Н.М., к.т.н. (Львівський державний аграрний університет Міністерства аграрної
політики України),*

Громко Я.С., (Міністерство палива та енергетики України),

Коваль О.М. (ГУ МНС України у Львівській області)

ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУР НА ТРІЩИНОСТІЙКІСТЬ НЕОДНОРІДНИХ ТРИШАРОВИХ НАПЛАВЛЕНЬ

В роботі запропоновано методика визначення тріщиностійкості (K_{Ic}) багатошарових неоднорідних наплавлень з використанням модернізованого компактного зразка з боковою тріщиною у периферійному наплавленні за умов підвищених температур (20; 70 і 300°C). При цьому обґрунтовано розміри цього зразка та наплавлень (по висоті і товщині) з метою коректного визначення K_{Ic} .

Зроблено висновок про те, що неоднорідність металу наплавлень у зв'язку з підвищенням температури призводить до певного зниження K_{Ic} для більш твердих і міцних наплавлень і, навпаки, деякого зростання K_{Ic} для менш міцних і менш твердих наплавлень, що можна пояснити виникненням температурних напружень, зумовлених різними об'ємними розширеннями цих наплавлень по лінії сплавлення з в'язкою основою для зварного з'єднання.

Вступ. З практики експлуатації, наприклад, деталей енергетичного обладнання відомо [1], що ресурс працездатності бандажів вальців млинів МВС-140А залежить від якості наплавленого поверхневого шару на спрацьовану поверхню, дії питомих тисків на периферійний шар укладених неоднорідних наплавлень, а також впливу підвищених температур, що виникають в процесі роботи вальців на операції розмелювання вугілля.

Завданням даної роботи було дослідження тріщиностійкості K_{Ic} неоднорідних багатошарових порошкових наплавлень з урахуванням впливу підвищених температур, оскільки експлуатація бандажів вальців з одним зносостійким наплавленням призводить до відколів наплавленого матеріалу, що може спричинити виникнення екстремальної ситуації, зокрема зупинку електропривода двигуна. Якщо засоби захисту не спрацьовують і не відбувається аварійне вимкнення двигуна в його обмотках та живильній мережі виникають великі струми, які призводять до нагрівання ізоляції та її загоряння.

Відомо, що для визначення K_{Ic} одношарових наплавлень, які адекватно характеризують стикові зварні з'єднання, використовують зразки типу балок з боковим надрізом у металі шва або циліндричні зразки з кільцевою тріщиною у кільцевому наплавленні [2,3]. Для отримання значень K_{Ic} багатошарових порошкових наплавлень з причини невеликої висоти балки і заданого діаметра циліндричного зразка, дослідники виготовляють кілька партій