

2) інженерний розрахунок стійкості напружуваних елементів посилення достатньо виконувати згідно зі СНиП II-21-83* “Сталеві конструкції. Норми проектування ” як позациентровостиснених стрижнів.

1. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. *Металеві конструкції*. – Львів: Світ, 2002. – 312 с. 2. Більський М.Р. *Посилення металевих конструкцій під навантаженням*. – К.: Будівельник, 1975. – 120 с. 3. Бельский М.Р. *Усиления сжатых стержней стальных конструкций под эксплуатационной нагрузкой*. – М.: Стройиздат, 1984. – 120 с.

УДК 624.012:620.193

З.Я. Бліхарський, Р.Є. Хміль, Р.В. Вашкевич, Р.Ф. Струк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів

ВПЛИВ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА НАВАНТАЖЕННЯ НА МІЦНІСТЬ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ

© Бліхарський З.Я., Хміль Р.Є., Вашкевич Р.В., Струк Р.Ф., 2008

Наведено результати лабораторних експериментальних досліджень одночасного впливу агресивного середовища та навантаження на показники міцності арматурної сталі.

The results of laboratory experimental researches of simultaneous influence of aggressive environment and loading on the indexes of durability of armature steel are resulted in the article.

Постановка проблеми. Досвід і дослідження показують, що в місці перетину арматури тріщинами, які утворюються в розтягнутій зоні бетону, сталь може кородувати. Корозія починається тим раніше і розвивається тим швидше, що агресивнішим є середовище і більшою – ширина розкриття тріщин. Ступінь небезпечності корозії арматури у тріщині залежить від особливостей арматури: поперечного перерізу стрижнів і характеру її корозійної поведінки.

Загальна тенденція впливу різних дефектів на міцність металів є широко вивчена експериментально та теоретично лише для геометрично правильних концентраторів напружень. Для пошкоджень, які мають неправильну форму, наприклад, корозійної виразки, значно менше даних і в кожному конкретному випадку необхідно експериментально знаходити їх вплив на механічні властивості металів. Теоретичні розрахунки у цьому випадку ускладнені внаслідок важкопрогнозованої і складної форми поверхневих дефектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оскільки арматура так, як і бетон, є одним із складників залізобетонних конструкцій, вплив агресивного середовища на арматурну сталь досліджували ряд дослідників. Чим агресивніше середовище, тим більше знижується межа втоми за одночасної дії середовища і концентрації напружень, хоча це проходить менш інтенсивно, ніж на гладких зразках [1]. Так, у 3 % розчині натрію хлориду витривалість зразків із сталі 40Х з концентраторами напружень типу V-подібних кругових надрізів знижується на 15–20 %, а гладких зразків – на 70 % [4]. Дослідження впливу корозійного пошкодження на механічні властивості сталей 20Х і 40Х, показали, що всі типи корозійного пошкодження вуглецевих сталей незначно зменшують межі міцності і текучості. Вони одночасно можуть бути причиною втрати пластичних властивостей сталі, що характеризуються відносним видовженням і відносним звуженням та технологічною пробою на перегин. Для алюмінієвих сплавів спостерігаються подібні тенденції впливу корозійних пошкоджень на їх механічні властивості – знижується границя міцності та відносне видовження. Ці величини теж залежать від характеру пошкоджень [2].

Вплив корозійних пошкоджень поверхні металу на механічні властивості сплавів часто аналогічний впливу концентраторів напружень, який ускладнюється їх чисельністю та відмінністю за розмірами, що унеможливує будь-які аналітичні підрахунки. Той або інший тип корозійного пошкодження металу зумовлюється властивостями корозійного середовища і металу, щодо останнього – в основному гетерогенністю поверхні, що викликає її електрохімічну неоднорідність. Діючі зовнішні навантаження та надлишкові напруження посилюють цю гетерогенність [3].

Мета та задачі дослідження. Експериментальними випробуваннями дослідити вплив статично прикладеного зусилля розтягу та одночасної дії агресивного середовища на характеристики міцності зразків арматурних сталей.

Результати експериментальних досліджень. Дослідження корозії арматури в агресивному середовищі при дії навантаження виконували на спеціально виготовлених зразках з використанням спеціальної апаратури. Механічні властивості та схильність до корозійного розтріскування визначали на зразках із арматурної сталі Ст3ГПФ, яка відповідає ГОСТ 380-94.

Механічні властивості арматурної сталі визначали на стандартних зразках з діаметром робочої частини 10 мм на машині ИМ-4Р (рис. 1). Схильність до корозійного розтріскування визначали на зразках з діаметром робочої частини 10 мм (рис. 2). Всі зразки виготовляли із прутків діаметром 20 мм. Після токарної обробки припуск на шліфування становив 0,35 мм. Шліфування проводили електрокорундовими кругами марки ЭБ25СМ1К за режимом: лінійна швидкість каменю 30 м/с, швидкість обертання зразка 3 м/с, глибина шліфування при останньому проході 0,005 мм/об.

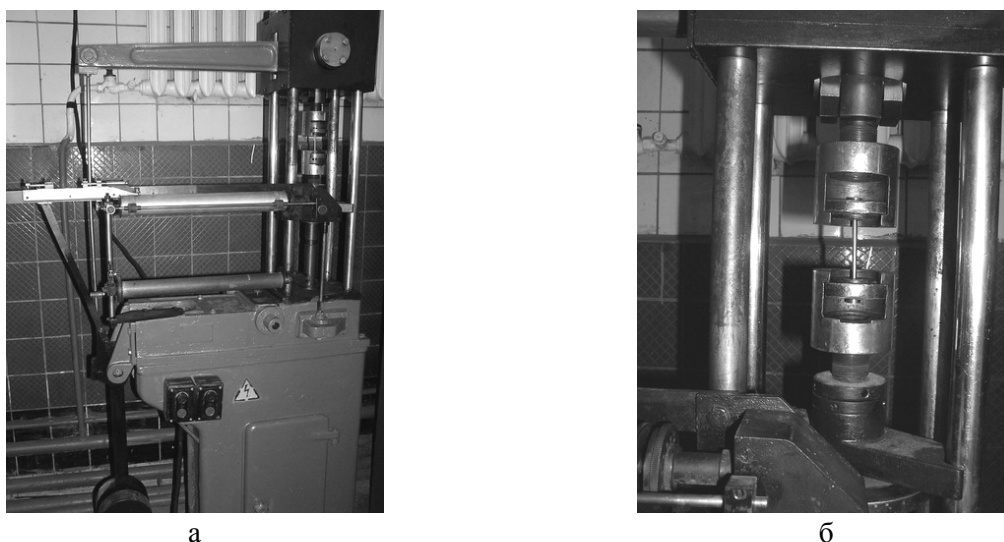


Рис. 1. Випробування зразків за допомогою машини ИМ-4Р:
а – загальний вигляд; б – зразок під час випробувань

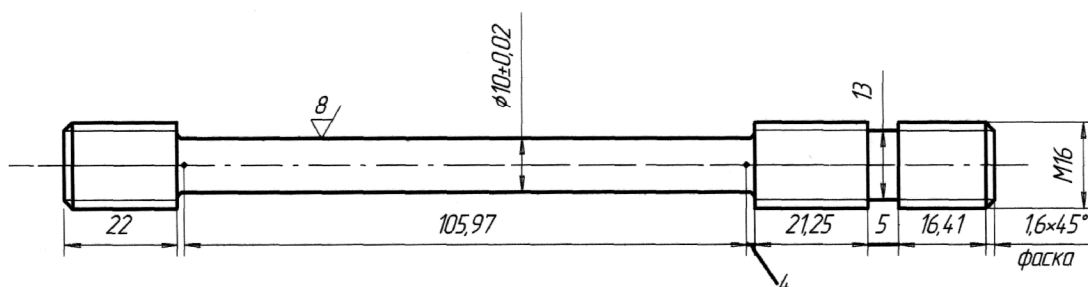


Рис. 2. Зразок для дослідження на розтріскування

Для виявлення впливу зварного з'єднання на чутливість до корозійного розтріскування арматурної сталі до зразка у центральній частині робочої частини приварювали дріт діаметром

5 мм. Зварювання проводили точковим методом на зварному апараті з автоматичним регулюванням в заводських умовах.

Корозійні пошкодження на зразках для випробувань одержували шляхом їх ступеневої витримки в 3 % водному розчині хлориду натрію (15 годин) та на повітрі (8 годин) протягом 15 і більше діб.

Для дослідження на розтріскування використовували установку, на якій напруження на зразку задавали постійним навантаженням. На рис. 3 подано загальний вигляд установки для випробувань на розтріскування. Ванну для корозійного середовища кріпили на різьбовій частині зразка. Корозійне середовище змінювали кожні 24 години.

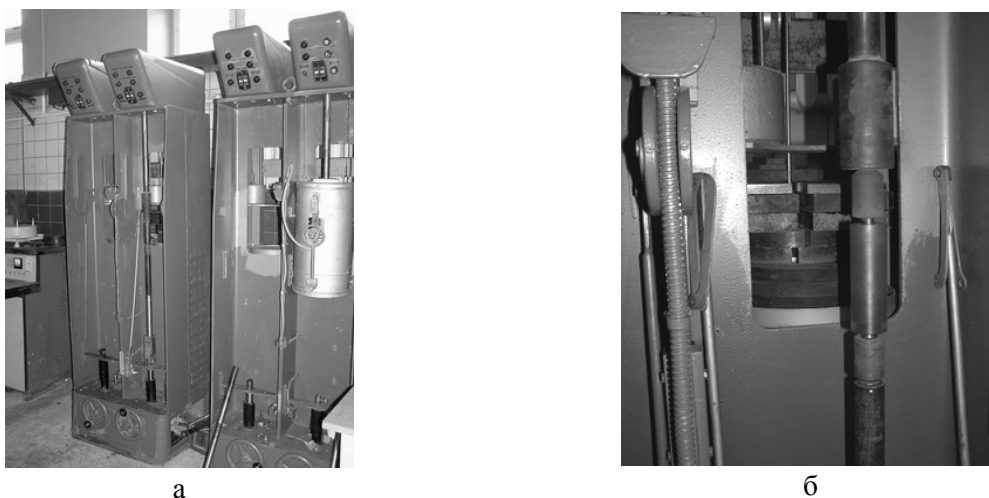


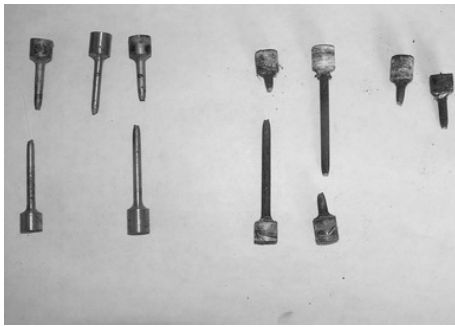
Рис. 3. Випробування зразків на установці для досліджень арматури на розтріскування:
а – загальний вигляд установки; б – зразок під час випробувань.

Випробування вихідних зразків під час одноосного розтягу показали (див. таблицю), що умовна межа текучості та межа міцності для арматурної сталі Ст3ГПФ відповідно дорівнюють 318,8 та 510,3 МПа (середнє із чотирьох вимірів). Відносна похибка становить не більше 1,3 %. Корозійні пошкодження, що утворились на поверхні зразків протягом 15–30 діб, практично не приводять до зміни цих величин. Їх значення знаходяться в межах похибки експерименту ($\sigma_{0.2} = 314,2 \dots 319,0$ та $\sigma_u = 504,9 \dots 510,9$ МПа). Натомість характеристики пластичності відносно видовження (δ) та звуження (ψ) змінюються істотніше. Для вихідних зразків усереднені значення цих величин дорівнюють $\delta = 27,5$ % та $\psi = 62,3$ % (відносна похибка не більше 3,3%). Значення δ для зразків 1 та 2 (час витримки в середовищі 15 та 20 діб) є дещо меншими за усереднене, але знаходяться в межах похибки експерименту. Для зразків 3 і 4 (час витримки в середовищі 25 та 30 діб) величина δ знижується відповідно в 1,04 та 1,22 раза. У цьому випадку можна говорити про чітку тенденцію до зниження значень відносного видовження за наявності на зразку корозійних пошкоджень. Характер руйнування дослідних зразків показано на рис. 4.

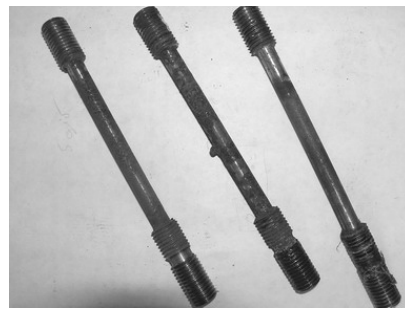
Зміна величини відносного звуження спостерігається для всіх зразків із корозійними пошкодженнями: її значення зменшуються в 1,14–1,22 раза. При цьому збільшення часу витримки зразків у корозійному середовищі приводить до істотнішої зміни характеристик пластичності.

Отже, характеристики пластичності чутливіші до корозійного пошкодження поверхні, ніж характеристики міцності.

У результаті експериментальних досліджень визначено нові властивості арматурної сталі, зокрема погіршення її пластичних характеристик при роботі у конструкціях, які можуть привести до небажаних наслідків. Так, істотно скорочується час від початку пластичної роботи арматури до руйнування. Такого явища не можна допускати, наприклад, при сейсмічних та інших динамічних впливах. У цих випадках від початку появи пластичних деформацій до руйнування має пройти певний час, необхідний для евакуації людей.



а



б

Рис. 4. Характер руйнування дослідних зразків арматури:
а – випробувані зразки статичним навантаженням у повітряному середовищі;
б – випробувані зразки на корозійне розтріскування з привареним стрижнем

Механічні властивості сталі СтЗГПФ

Зразок	σ_u , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	ψ , %	δ , %
Вихідний 1	509,5	319,7	63,5	26,7
Вихідний 2	504,5	314,7	61,6	28,4
Вихідний 3	514,5	318,7	62,5	27,2
Вихідний 4	512,5	322,2	61,8	27,7
Усереднене значення	510,3	318,8	62,3	27,5
Зразок 1 з КП (15 діб витр.)	508,3	315,6	54,6	27,1
Зразок 2 з КП (20 діб витр.)	510,9	315,9	53,3	26,8
Зразок 3 з КП (25 діб витр.)	509,5	319,0	53,3	26,4
Зразок 4 з КП (30 діб витр.)	504,5	314,2	51,0	22,2

КП – корозійні пошкодження

Висновки. Експериментальними випробуваннями зразків арматурних сталей при дії статично прикладеного зусилля розтягу та одночасної дії агресивного середовища показали, що корозійні пошкодження незначно впливають на характеристики міцності. Однак зафіксовано зменшення величини відносного видовження на 4–22 % та відносного звуження на 14–22 %.

1. Василенко И.И., Мелехов Р.К. Коррозионное растрескивание сталей. – К.: Наук. думка, 1977. – 265 с. 2. Карпенко Г.В. Физико-химическая механика конструкционных материалов // Избранные труды: В 2 т. Т. 1. – К.: Наук. думка, 1985. – 227 с. 3. Карпенко Г.В., Василенко И.И. Коррозионное растрескивание сталей. – К.: Техніка, 1971. – 192 с. 4. Малиновская И.А. Усталостная прочность стали 12ХНЗА с концентратором напряжения типа бесконечно-глубокой выкружки // Коррозионная усталость металлов / Под ред. Г.В. Карпенко. – Львов: Каменяр, 1964. – С. 88–95.