

шленных отходов / А.П. Завальный // *Вісник Харківського національного університету імені В.М. Карамзіна*. — X., 2013. — № 1084. — С.217-223.

3. Глебов В. Д. О долговечности полиэтиленовых противофильтрационных устройств грунтовых гидротехнических сооружений 184 / В. Д. Глебов, В. П. Лысенко, А. И. Бельшев // *Известия ВНИИГ им. Веденеева*. — 1979. — Т. 128. — С. 3-7.

4. Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов (СН 551-82). М.: Стройиздат, 1983. — 40 с.

5. Косиченко Ю. М. Новые конструкции полимерных противофильтрационных экранов / Ю. М. Косиченко, В. А. Белов // *Гидротехника и мелиорация*. — 1987. — № 11. — С. 57-61.

6. Бойко Г.А. Применение тонких противофильтрационных диафрагм в условиях Белоруссии. *Строительство и архитектура Белоруссии* / Г.А. Бойко, Г.Г. Азбель, Г.Н. Никольская. — 1980. — № 4. — С. 31.

7. Бунтман А.Д. Об использовании противофильтрационных завес для защиты котлованов от притока грунтовых вод / А.Д. Бунтман // *Энергетическое строительство*. — 1978. — № 2. — С. 86-87.

АНОТАЦІЯ

Розроблено технологію влаштування протифільтраційних завіс під джерелами забруднення із застосуванням горизонтально-спрямованого буріння і струминного монітора. Представлені основні технологічні процеси виконання робіт. Наведено техніко-економічні показники улаштування протифільтраційного екрану по струєвій технології.

Ключові слова: Струйна технологія, протифільтраційний екран, техніко-економічні показники, джерела забруднення, горизонтально-спрямоване буріння.

ANNOTATION

The technology of the device impervious screens and curtains by polluters using horizontal directional drilling and jet monitor. The main processes of the work. Results of technical and economic indicators of impervious screen devices for inkjet technology.

Keywords: Ink technology, impervious screen, technical and economic indicators, sources of pollution, horizontal directional drilling.

УДК 69.059.3

Григорівський П. Є., к.т.н., с.н.с.,

ДП "НДІБВ", м. Київ

Молодід О. С., к.т.н., доцент,

Плохута Р. О., аспірант, КНУБА, м. Київ

ПІДСИЛЕННЯ БАЛОЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ МЕТОДОМ НАКЛЕЮВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ТКАНИН

АНОТАЦІЯ

Виконано аналіз науково-технічної літератури та встановлено, що класичні методи підсилення залізобетонних конструкцій, зазвичай, змінюють конструктивно-планувальні рішення будівлі, збільшуючи навантаження на опори та фундаменти, що часто є неприйнятним. Саме тому, було виконано ряд експериментальних досліджень з пошуку нових способів підсилення конструкцій зовнішнім армуванням, зокрема, різними видами приклеєних високоміцних тканин. У статті наведена методика з підготовки експериментальних зразків до випробувань, описано методи їх випробувань та представлені результати експериментальних досліджень. Аналіз результатів досліджень показав, що підсилення залізобетонних балочних конструкцій зовнішнім армуванням, а саме наклеюванням високоміцних тканин, дає зростання міцності на згин майже в 2 рази. Приведені результати досліджень організаційно-технологічної складової досліджуваного способу підсилення конструкцій в разі його використання в будівництві, а саме затрати праці та тривалість виконання робіт для підсилення 100 м² поверхні монолітної плити.

Ключові слова: підсилення, залізобетонні балочні конструкції, зовнішнє армування, несуча здатність, затрати праці, тривалість виконання робіт.

Постановка проблеми. Надійність і довговічність будівельних конструкцій та будівель в цілому визначається правильністю прийнятих проектних рішень, дотриманням технології виконання робіт та умовами їх експлуатації.

Нерідко залізобетонні конструкції будівель потребують підсилення. Необхідність у їхньому підсиленні може бути викликана тривалою експлуа-

тацією, експлуатацією в неналежних умовах (вплив навколишнього природного середовища, хімічних матеріалів тощо), зміною функціонального призначення будівлі з подальшим збільшенням навантаження, проектними рішеннями, що не відповідають передбачуваним навантаженням або режиму експлуатації, недотриманням технологічного регламенту, що призвело до зниження несівної здатності конструкцій.

До основних способів підсилення конструкцій відносять: збільшення їх поперечного перерізу за рахунок нарощування, установки затяжок, шпренгелів, підкосів, стійок, влаштування дублюючих елементів та ін. [1, 2, 3, 4]. Проте, іноді трапляються випадки, коли встановлення додаткових громіздких конструкцій підсилення є неприйнятним. Такі методи змінюють конструктивно-планувальні рішення внутрішнього простору будівлі, значно збільшують навантаження на опори та фундаменти. У такому випадку досить ефективним та доцільним є спосіб підсилення конструкцій влаштуванням зовнішнього армування. Принцип підсилення полягає в наклеюванні за допомогою спеціальних клеїв на поверхню конструкцій, що підсилюються, додаткового армування у вигляді високоміцних полотен, пластин або смужок (ламель) (сталевих смуг, композитних матеріалів з волокон тощо) або мононаправлених скляних вуглецевих, або арамідних волокон [5, 6].

Зазвичай, матеріали для зовнішнього армування мають високу міцність, малу вагу, несприйнятливості до агресивних зовнішніх факторів. Такі матеріали легко транспортувати, отримати необхідні розміри можна на місці виконання робіт, їх можна використовувати при підсиленні поверхонь різної кривизни.

Актуальність. Сучасна науково-технічна та нормативна література фактично не відображає можливі конструктивні та організаційно-технологічні рішення з підсилення конструкцій влаштуванням зовнішнього армування. Це суттєво обмежує використання способу, хоча його переваги на багатьох практичних прикладах є очевидними. При проектуванні підсилення будівельних конструкцій для конкретних об'єктів з застосуванням зовнішнього армування в процесі формування конструктивних рішень та розробці проектів виконання робіт (ПВР), необхідно проводити експериментальні дослідження ефективності застосування вказаного способу.

Виклад основного матеріалу.

Метод підсилення конструкцій зовнішнім армуванням, що полягає в приклеюванні високоміцних елементів до поверхні залізобетонних конструкцій є відносно новим, та постійно розвивається і досліджується, що пов'язано з появою нових клейових та армувальних матеріалів.

У зв'язку з необхідністю виконання робіт з підсилення залізобетонних конструкцій, зокрема балочних, на будівельних об'єктах, науковцями Державного підприємства "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" (ДП "НДІБВ") ведеться постійний пошук оптимальних конструктивно-технологічних рішень, що забезпечуватимуть необхідні міцнісні показники конструкцій та при цьому матимуть низьку вартість. Крім того, розроблені та науковообґрунтовані організаційно-технологічні рішення при виконанні таких робіт повинні забезпечити якість конструкції в цілому та знизити затрати праці, тривалість та вартість виконання робіт. На базі лабораторії ДП "НДІБВ" було заплановано та виконано ряд експериментальних досліджень із підсилення балочних конструкцій зовнішнім армуванням. Одним із способів було наклеювання на розтягнуту зону залізобетонних балочок різних видів високоміцних тканин.

Дослідження було виконано на залізобетонних перетинках 1 ПБ 10-1 з наступними характеристиками:

- довжина : ширина : висота — 1030 : 120 : 65 мм;
- маса — 20 кг;
- клас бетону — В15.

Підсилення виконано в наступній послідовності:

1. підготовка нижньої (розтягнутої) поверхні балочок під приклеювання зовнішнього армування. Поверхню очищували дротяною щіткою для видалення цементного молочка та глянцевої поверхні, що утворилася внаслідок нанесення на опалубку антиадгезійного мастила. Далі з поверхні щіткою з м'яким ворсом видаляли залишки пилу та бруду;

2. на підготовлену поверхню щіткою з м'яким ворсом наносили шар полімерної композиції "Консолід-1" виробництва ТОВ "Композит" [7] для покращення адгезії основи конструкції з армуючим матеріалом;

3. через 24 години на просочену поверхню балочок, щіткою наносили один шар клею "Едмок" на основі епоксидних смол виробництва ТОВ "Композит";

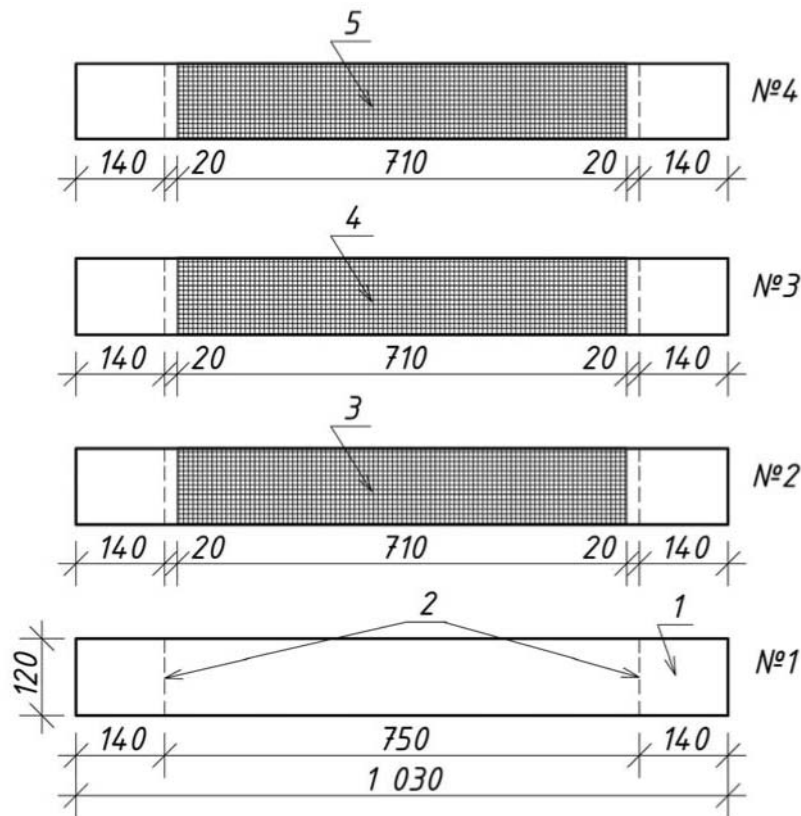


Рисунок 1. Схеми підсилення балочок зовнішнім армуванням: 1 – балочка; 2 – місця опирання; 3 -тканина "кремнеземна КТ -11"; 4 – склотканина "Т-13"; 5 – тканина "базальтова ТБ-100". №1...№4 – номери серій випробувань

4. протягом 40 хв в клей "Едмок" шпателем "втоплювали" підготовлену (завчасно вирізану з необхідними розмірами) тканину не доводячи її на 2 см до опорних зон. У результаті вся поверхня тканини щільно прилягала до балочки та була повністю просочена клеєм.

Випробовування балочок на згин проводилось через 4 доби після приклеювання зовнішнього армування на гідравлічному пресі П-50.

Випробування виконано для чотирьох серій балочок (рис. 1).

Серія випробувань №1 – балки були контрольними, тому з ними не виконували жодних дій (армування не проводилось).

Серія випробувань №2 – в клейовий розчин,

нанесений на зону підсилення, рівномірно "втопили" один шар тканини "кремнеземної КТ -11".

Серія випробувань №3 – в клейовий розчин, нанесений на зону підсилення, рівномірно "втопили" один шар склотканини "Т-13" (рис. 2).

Серія випробувань №4 – в клейовий розчин, нанесений на зону підсилення, рівномірно "втопили" один шар тканини "базальтової ТБ-100".

Статична схема випробування – балочка на двох опорах, з прольотом 750 мм. Завантаження балочок здійснювалось через дві рівновіддалені від опор та між собою сталеві трубки, тобто двома зосередженими зусиллями (рис. 3).

Завантаження балочок виконувалося покроково зі збільшенням навантаження на 50 кг на кожно-



Рисунок 2. Зовнішнє армування залізобетонної балочки шляхом приклеювання одного шару склотканини "Т-13"

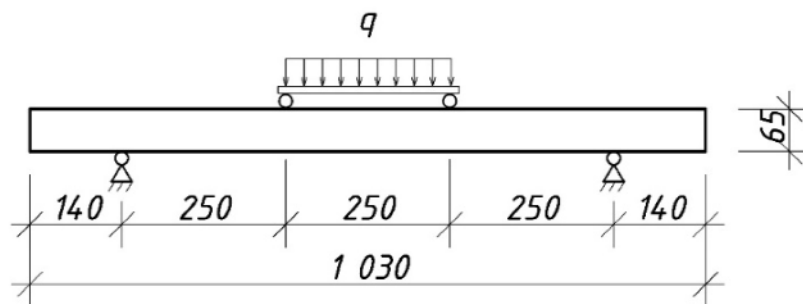


Рисунок 3. Схема завантаження випробовуваних залізобетонних балочок.

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень зі встановлення руйнівного зусилля балочок

№ серії випробувань	Середнє руйнівне зусилля, кг	Середнє руйнівне зусилля, %
1	407	100
2	784	192,6
3	714	175,4
4	710	174,4



Рисунок 4. Руйнування балочки підсиленої склотканиною "Т-13"

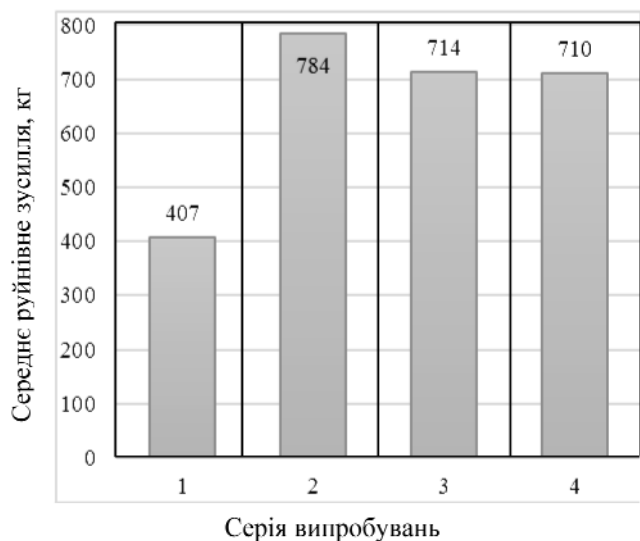


Рисунок 5. Гістограма руйнівного зусилля балочок при їх згинанні

му кроці з витримкою протягом 3 хв. Випробування проводили до повного руйнування балочок. Результати експериментальних досліджень приведені в табл. 1. та відображені на гістограмі (рис. 5). Характер руйнування балочки підсиленої склотканиною наведено на рис. 4.

Аналіз результатів досліджень показав, що найбільша несуча здатність балочних конструкцій досягнута на зразках, що підсилені тканиною "кремнеземною КТ-11" (серія №2). Зазначене підсилення дало можливість збільшити міцність на згин досліджуваної конструкції на 192 % у порівнянні з контрольною конструкцією (серія №1). Підсилення конструкцій зовнішнім армуванням склотканиною "Т-13" та "базальтовою ТБ-100" збільшило міцність на згин досліджуваних конструкцій на 175,4 % та 174,4 % (серії №№ 3, 4), відповідно.

Отже, експериментальні дослідження дали можливість встановити, що підсилення конструкцій зовнішнім армуванням, а зокрема, наклеюванням високоміцних тканин в розтягнутій зоні балочних конструкцій дозволяє збільшити сприйняття навантажень на конструкцію майже в 2 рази.

В разі використання даного методу підсилення балочних конструкцій на будівельних об'єктах, можна застосовувати склотканини з більшими міцностями на розрив ніж використано в дослідженнях даної публікації, або наклеювати в декілька шарів за умови виконання попередніх експериментальних досліджень.

При розробленні проектної документації на організацію та технологію виконання робіт з підсилення горизонтальних конструкцій наклеюванням склотканини важливо знати затрати праці та тривалість виконання таких робіт.

Оскільки, нормативних документів, які б встановлювали затрати праці на виконання досліджуваних робіт не існує, то розрахунок виконано із застосуванням даних нормативів, що на думку авторів, найбільш близько відображають необхідні будівельні процеси. До таких відносяться: ГН 8-2 "Опоряджувальні роботи. Малярні роботи" [8], ГН 8-3 "Опоряджувальні роботи. Шпалерні роботи" [9] та ДБН Д.2.2-15-99 "Отделочные работы" зі змінами і доповненнями від 06.12.2002 р. [10].

Для визначення затрат праці та тривалості виконання робіт з підсилення конструкцій досліджу-

ваним методом було розроблено календарний графік виконання робіт (табл. 2) за зразком наведеним у ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва" [11].

У результаті розроблення календарного графіку встановлено, що затрати праці для підсилення 100 м² поверхні монолітної плити перекриття становлять 94,98 люд./год, а тривалість виконання робіт – 7,5 днів.

Висновки.

1. Аналіз результатів експериментальних лабораторних досліджень показав, що підсилення залізобетонних балочних конструкцій зовнішнім армуванням, а саме наклеюванням різних видів високоміцних склотканин, дає зростання міцності на згин в 1,74 ... 1,9 разів. Отже, підсилення розтягнутої зони залізобетонних балочних конструкцій наклеюванням високоміцної склотканини є достатньо ефективним способом підсилення.

2. Дослідження організаційно-технологічної складової підсилення балочних конструкцій наклеюванням високоміцних тканин при використанні в будівництві дали можливість встановити, що для підсилення 100 м² поверхні монолітної плити затрати праці становитимуть – 94,98 люд./год., а тривалість виконання робіт – 7,5 днів. При цьому, для виконання даної роботи достатньо двох робітників.

3. Простота технології виконання робіт з підсилення балочних конструкцій наклеюванням ви-

Таблиця 2. Календарний графік виконання робіт на підсилення 100 м² поверхні монолітної плити перекриття

№ п/п	Найменування робіт	Обсяг робіт		Затрати праці, люд./год.	Тривалість робіт, дні	Кількість змін	Склад бригади	Чисельність прац. у зміні	Тривалість виконання робіт, дні									
		Од. вимір.	Кількість						1	2	3	4	5	6	7	8		
																	10	
1	Очищення дротяною щіткою та видалення залишків пилу і бруду	100 м ²	1	4.94	0.62	1	1 - 3роз.	1	—									
2	Нанесення валиком полімерної композиції "Консолід 1"	100 м ²	1	2.5	0.31	1	1 - 3роз.	1	—									
3	Розрізання склотканини за вказаними розмірами	100 м ²	1	3.64	0.46	1	1 - 4роз.	1	—									
4	Нанесення валиком клею "Едмок"	100 м ²	1	16.4	2.05	1	1 - 4роз.	1		—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Втоплювання склотканини в клей "Едмок"	100 м ²	1	67.5	8.44	1	1 - 3роз. 1 - 4роз.	2			—	—	—	—	—	—	—	—

сокоміцних тканин дозволяє широко використовувати описаний спосіб на практиці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Иванов Ю. В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт / Учебное пособие. — М.: Издательство АСВ, 2012. — 312 с.
2. Савйовский В. В. Ремонт и реконструкция гражданских зданий / В. В. Савйовский, О. Н. Болотских. — Х.: Ватерпас, 1999. — 288 с.
3. Шагин А. Л. Реконструкция зданий и сооружений / А. Л. Шагин, Ю. В. Бондаренко, Д. Ф. Гончаренко. — М.: Высш. шк., 1991. — 352 с.
4. Шилин А. А. Ремонт железобетонных конструкций: Учебное пособие для вузов. — М.: Издательство "Горная книга", 2010. — 519 с.
5. Підсилення конструкцій вуглепластиками / В. С. Шокорев, А. С. Трегуб, В. С. Науменко, Т. Г. Горновесова / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. — К.: НДІБК, 2003. — Вип. 59. — с. 256-260.
6. Шилин А. А. и др. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами / А. А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Картузов. — М.: ОАО "Издательство "Стройиздат"", 2004. — 144 с.
7. Технологическая карта: на выполнение работ по восстановлению кирпичных, железобетонных конструкций и их защите. ООО "Композит". — К.: — 2009. — 7 с.
8. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно— будівельні роботи. Збірник ГН 8 "Опоряджувальні роботи". Випуск 2. "Малярні роботи" — К.: УкрНДЦ "Екобуд", 2008. — 60 с.
9. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Збірник ГН 8 "Опоряджувальні роботи". Випуск 3 "Шпалерні роботи". — К.: УкрНДЦ "Екобуд", 2011. — 53 с.
10. ДБН Д.2.2-15-99 "Отделочные работы" (с изменениями и дополнениями, утвержденными приказом Госстроя Украины от 06 декабря 2002 года № 92). — К.: Госстрой Украины, 2000. — 142 с.
11. ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва". — К.: Мінірегіон України, 2016. — 57 с.

АННОТАЦИЯ

Выполнен анализ научно-технической литературы и установлено, что классические методы усиления железобетонных конструкций, обычно, меняют конструктивно-планировочные решения здания, увеличивая нагрузку на опоры и фундамен-

ты, что часто неприемлемо. Именно поэтому, был выполнен ряд экспериментальных исследований по поиску новых способов усиления конструкций внешним армированием, в частности, различными видами приклеенных высокопрочных тканей. В статье приведена методика по подготовке экспериментальных образцов к испытаниям, описаны методы их испытаний и представлены результаты экспериментальных исследований. Анализ результатов исследований показал, что усиление железобетонных балочных конструкций внешним армированием, а именно наклеиванием высокопрочных тканей, дает рост прочности на изгиб почти в 2 раза. Приведены результаты исследований организационно-технологической составляющей исследуемого способа усиления конструкций в случае его использования в строительстве, а именно затраты труда и продолжительность выполнения работ для усиления 100 м² поверхности монолитной плиты.

Ключевые слова: усиление, железобетонные балочные конструкции, внешнее армирование, несущая способность, затраты труда, продолжительность выполнения работ.

ANNOTATION

Was analyzed scientific and technical literature and found that classical methods of amplifying of reinforced concrete structures tend to change constructive and planning solutions of buildings by increasing load on the foundations and supports that is often inappropriate. Therefore, a number of experimental studies on finding new ways to amplifying external reinforcement structures were performed, including various types high strength glued tissue. The article describes method of preparing experimental samples for the tests, describes methods of testing and the results of experimental studies. Analysis of studies have shown that amplifying reinforced concrete beam structures with external reinforcement, namely high strength sticking fabric gives an increase of flexural strength nearly 2 times. Were represented results of studies of organizational and technological component of the studied method of amplifying of structures in case of its use in construction process, such as labor costs and duration of work to enhance 100 m² of the monolithic slab surface.

Keywords: amplifying, reinforced concrete beam structures, external reinforcement, bearing capacity, labor costs, duration of work.