

**ПІДСИЛЕННЯ КАМ'ЯНИХ ЗГИНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
БІЧНИМИ ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ ПЛАСТИНАМИ**

**STRENGTHENING OF BENDED STONE ELEMENTS BY
SIDE CONCRETE PLATES**

Азізов Т.Н., д.т.н., проф. (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини), Миза О.С. (Одеська державна академія будівництва та архітектури), Орлова О.М. (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини)

Azizov T.N. Doctor of Engineering, Professor (Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University), Myza O.S. (Odessa State Academy of Construction and Architecture), Orlova O.M. (Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University)

Наведено спосіб підсилення кам'яних згинальних елементів за допомогою однобічних або двобічних тонких залізобетонних пластин. Показані переваги такого підсилення. Показано, що кам'яна частина грає роль елемента, що забезпечує стійкість плоскої форми згину залізобетонних пластин.

Traditionally, stone walls are strengthened in various ways, including using concrete plates. However, such plates are used to strengthen stone elements while compression. The sidelong stone elements are strengthened within the help of external metal rods. Sidelong concrete plates are practically not used as elements of strengthening of bending stone elements. In previous works, the authors considered methods of determining the forces of interaction between the stone part and the sidelong concrete plate, methods for calculating the strength and deformability of such elements.

However, these works are not provided with practical ways of using such combined elements. Therefore, this article gives recommendations on the practical application of various combined beams with side concrete plates. In the article, the scheme of strengthening of stone bending elements (walls, arched vaults) is presented with the help of one- or two-sided thin strengthening concrete plates. It is shown that the stone wall plays the role of an element that provides the stability of the

flat bend of the plate because, in essence, the reinforced concrete plate is a bending element, the ratio of the height of the section to the width is large.

This is (both theoretical and experimental studies has proved this) an essential feature and advantages of such a combined construction. Unlike the known techniques, the diameter of the anchors, its step, diameter, and grid stroke are selected by a real calculation of strength and deformability, and not constructively, because the joint work of the stone part and concrete plate depends on the diameter and the step of the anchors.

The article also suggests the use of lightweight concrete bridges, strengthened with one-sided or double-sided reinforced concrete plates. It is shown that such arched vault can be made directly on the building place, and also mounted without the use of lifting equipment. The economic feasibility of using the proposed jumper is that the window or door slot is overlapped with the same material as the wall.

Ключові слова: кам'яна балка, підсилення, залізобетонна пластина, сумісна робота, перемичка.

Keywords: stone beam, reinforcement, reinforced concrete plate, teamwork, jumper.

Аналіз досліджень і постановка задачі

Кам'яні конструкції займають досить велику частку в загальному обсязі будівельних конструкцій будівель. Кам'яні конструкції можуть бути виконані з цегли різного виду, блоків з легких бетонів, природного каменю і т.п. Відомо, що кам'яні елементи мають досить високу міцність при стисненні і низьку міцність при розтягуванні. У зв'язку з цим розтягнуту зону кам'яних конструкцій, як правило, армують різними способами [1, 2, 3].

Традиційно кам'яні стіни підсилюють різними способами, в тому числі за допомогою використання залізобетонних пластин [4, 5]. Однак, такі пластини використовують, як правило, для посилення кам'яних стін при роботі на стиск. При нерівномірних осіданнях основ кам'яних стін їх підсилюють влаштуванням тяжів, які сприймають розтягуючі зусилля, що виникають в результаті згину стін у своїй площині. Останнім часом з'явилися роботи з використання згинальних елементів з легкого бетону, а також інших кам'яних елементів з використанням замкнених обойм [6]. Такі

конструкції мають ряд переваг в порівнянні з традиційними армокам'яними конструкціями. Крім того, використання замкнутих обойм дозволяє застосовувати легкобетонні перемички, які не вимагають додаткового їх утеплення, полегшити їх влаштування і монтаж. Однак при цьому виникає проблема захисту та ізоляції гнучких замкнених обойм.

Бічні залізобетонні пластини практично не використовують в якості елементів посилення згинальних кам'яних елементів. Це пов'язано в першу чергу з недостатністю методів розрахунку таких конструкцій, особливо в частині визначення зусиль взаємодії між залізобетонними пластинами і кам'яним зігнутих елементом. У роботах авторів [7, 8] розглянуті методи визначення зусиль взаємодії між кам'яною частиною і бічною залізобетонною пластиною, методи розрахунку міцності і деформативності таких елементів. Однак, в цих роботах не представлені практичні способи застосування кам'яних елементів, посилені бічними залізобетонними пластинами. У зв'язку зі сказаним метою цієї статті є розроблення рекомендацій щодо практичного застосування різних комбінованих балок з однобічними або двосторонніми залізобетонними пластинами.

Викладення основного матеріалу

Вище було показано, що теоретично і експериментально доведена ефективність кам'яних балок, посилені бічними залізобетонними пластинами. Їх можна використовувати в новому будівництві, коли слід посилити кам'яний елемент. На практиці позитивні властивості комбінованої конструкції можна бачити при посиленні кам'яних стін, основи яких зазнали нерівномірних осідань, тому що при цьому виникають згинальні моменти різних знаків.

Розглянемо спосіб посилення цегляної стіни за допомогою односторонньої або двосторонньої залізобетонної пластини. Нехай є кам'яна (з газобетонних блоків, цегляної кладки) стіна з нерівномірною деформацією фундаменту, що викликала згинальні моменти різних знаків і як наслідок виникнення тріщин в верхньої і нижньої зонах (рис. 1).

Для посилення кам'яної стіни може бути використана одностороння залізобетонна пластина (рис. 2, а) або двосторонні (рис. 2, б) пластини.

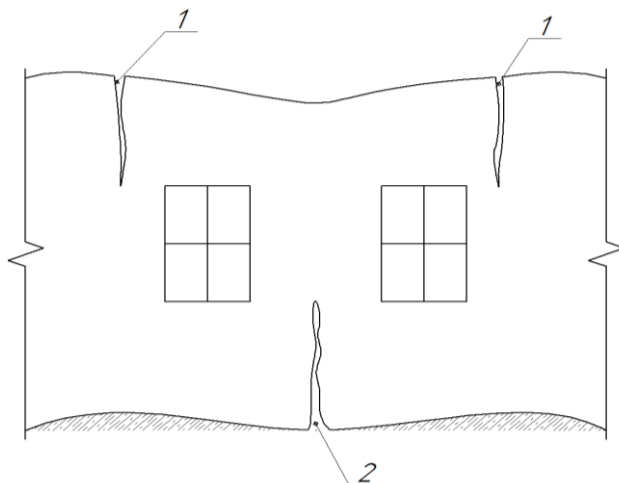


Рис. 1. Схема утворення тріщин в кам'яній стіні при дії згинальних моментів різних знаків

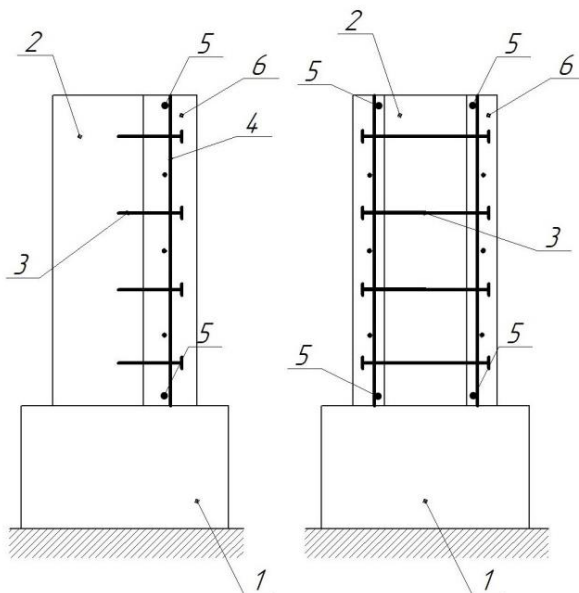


Рис. 2. Схема влаштування односторонньої (а) і двосторонньої (б) залізобетонних плит

У посилюваній стіні слід просвердлити отвори для встановлення односторонніх анкерів (поз. 3 на рис. 2, а) або наскрізні отвори для встановлення двосторонніх анкерів (поз. 3 на рис. 2, б). Далі встановлюється сітка поз. 4 з одного або з обох сторін стіни і прив'язується до анкерів поз. 3. Потім в нижній і верхній зонах укладається робоча арматура поз. 5 і прив'язується до сітки 4. Потім наноситься бетон (поз. 6). Нанесення бетону може бути виконано за допомогою торкретування або у вигляді штукатурення дрібнозернистим бетоном. При можливості бетон пластини слід укладати так, щоб її спирання було на фундамент стіни (поз 1 на рис. 2). Це пов'язано з фактом, що в комбінованій конструкції залізобетонна пластина відіграє роль основного несучого елемента. Переріз арматури поз. 5 підбирається з умови прийняття згинального моменту, що діє в площині стіни. Відповідно верхній стрижень сприймає розтягуючі зусилля від негативного моменту, нижній - зусилля від позитивного моменту.

Після посилення стіни односторонньою або двосторонньою залізобетонною пластинами, конструкцію можна розрахувати таким чином, щоб все додаткове навантаження сприймали залізобетонні пластини. Кам'яна стіна грає роль елемента, що забезпечує стійкість плоскої форми згину пластини, тому що по суті залізобетонна пластина - це згинальний елемент, відношення висоти перерізу якого до ширини є великим. У цьому (як показали і теоретичні [7, 8], і експериментальні [9] дослідження) полягає суттєва особливість і переваги такої комбінованої конструкції.

Крок анкерів, крок і діаметр арматури сітки, діаметр і розташування робочої арматури підбирається розрахунком за методикою, наведеною в [8]. Причому на відміну від відомих методик діаметр анкерів, їх крок, діаметр і крок сітки підбирають реальним розрахунком міцності і деформативності, а не конструктивно, тому що від діаметра і кроку анкерів залежить спільна робота кам'яної частини і залізобетонної пластини, а також товщина еквівалентного залізобетонного шару, який враховується в розрахунку деформацій і міцності нормального перерізу комбінованого елемента. У цьому полягає принципова відмінність пропонованого посилення кам'яних згинальних елементів від конструювання аналогічного посилення відомими методами.

Можливий варіант посилення, коли фундамент в місці його деформації спочатку слід піддомкратити, а після влаштування

залізобетонних пластин і набору міцності їх бетону прибрати тимчасову опору. Тим самим стіна вирівнюється, а конструкція посилення залізобетонною пластиною включається в роботу.

Попередні розрахунки показують, що витрата матеріалів на посилення за допомогою залізобетонних пластин менше витрати при традиційному способі підсилення з використанням тяжів, анкерних і натяжних пристроїв. Крім того, робота і влаштування комбінованої конструкції в разі дії згинальних моментів різних знаків не відрізняється. Посилення за допомогою залізобетонних пластин дозволяє приховати елементи посилення (сітка і робоча арматура) під штукатурним шаром, що досить складно при посиленні стін тяжами.

Розглянемо тепер можливість використання бічних залізобетонних пластин при виготовленні перемичок.

Залізобетонні перемички мають досить низькі теплозахисні властивості. Їх використання в будинках, стіни яких влаштовують з легкого бетону (газобетон, пінобетон) не є раціональним. У зв'язку з цим в будинках з легкобетонних блоків передбачають різні конструктивні заходи, включаючи використання лоткових елементів з легкого бетону, в які вкладається арматура і заливається важкий бетон (рис. 3). Як показує практика будівництва, така конструкція перемички має ряд недоліків. По-перше, її теплозахисні властивості все одно залишаються значно нижче, ніж сама стіна з легкого бетону, т. к. товщина легкого бетону мала (див. рис. 3); по-друге, захисний шар лоткового елемента відламується при внутрішній обробці (кріплення карнизів і т.п.).

На відміну від використання залізобетонних перемичок, а також замість перемичок, показаних на рис. 3 пропонується використання перемичок з газобетонних або пінобетонних блоків (з тих самих, з яких влаштовують стіни теплового будинку), посилених бічними залізобетонними пластинами, подібними наведеним вище. На рис. 4 показана схема перемички з газобетонних блоків, посилених бічними залізобетонними пластинами. На цьому малюнку приведені два варіанти влаштування перемички. Перший варіант - перемичка з одного ряду газобетонних блоків з бічними залізобетонними пластинами з двох сторін. При цьому товщина перемички дорівнює товщині стіни, віконний отвір якої перекривається. За другим варіантом передбачено дві перемички з односторонніми залізобетонними пластинами. При цьому пластили розташовані з

зовнішніх сторін перемичок. Перевага другого варіанта перемичок полягає в тому, що влаштування односторонньої бічної пластини не вимагає опалубки. Крім того маса однієї частини перемички мала, що дозволяє її монтувати вручну.



Рис. 3. Загальний вигляд влаштування перемички з використанням лоткового блоку

Економічна доцільність використання пропонуваного перемичок з бічними залізобетонними пластинами полягає в тому, що віконний або дверний проріз перекривається тим же самим матеріалом, що і стіна. При цьому на бічну поверхню блоків кріпиться сітка, укладаються робочі стрижні арматури і бокова поверхня просто штукатуриться. Потреба в використанні стандартних залізобетонних перемичок відпадає. Влаштування перемички не потребує ні в додатковому обладнанні, ні в додаткових матеріалах, а ні в додаткових монтажних пристосуваннях. Монтаж перемички можна робити вручну, так як її вага мала. Так, маса однієї перемички з односторонньою бічною пластиною (див. рис. 4., в) прольотом 1.5 м (з блоків товщиною і висотою 200 мм і товщиною залізобетонної пластини 25 мм) становить близько 40 кг.

Таким чином, ми показали, що застосування бічних залізобетонних пластин в зігнутих кам'яних елементах може бути зручним і економічним.

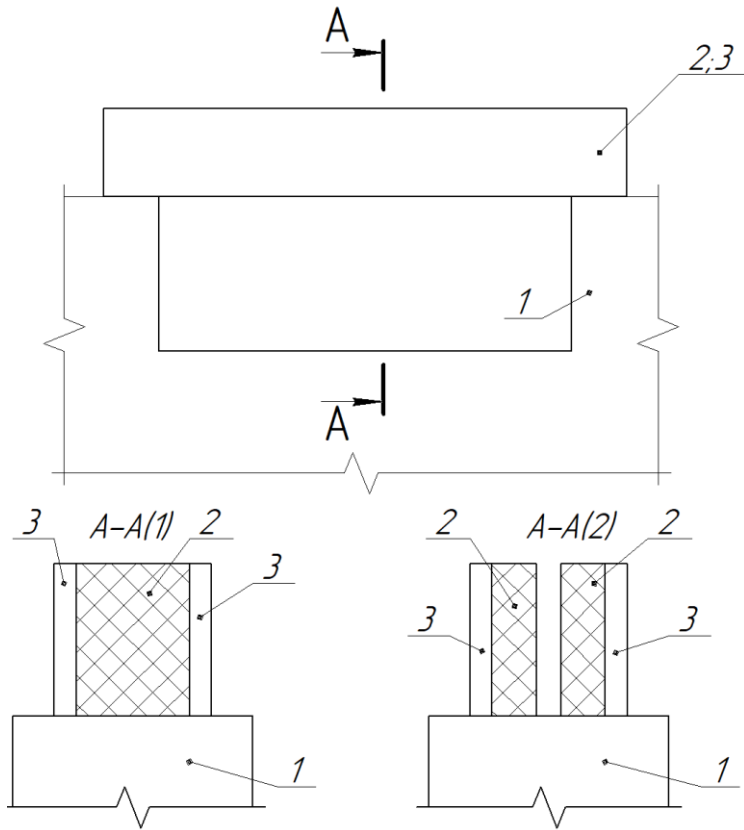


Рис. 4. Схема пропонованої перемички з бічними залізобетонними пластинами: а) - один ряд блоків з двома бічними пластинами; б) - два ряди блоків з односторонніми пластинами.

1 - вертикальна частина віконного отвору; 2 - газобетонний блок; 3 - залізобетонна пластина

Висновки. Залізобетонні пластини, влаштовані з одного або двох сторін кам'яних згинальних елементів істотно посилюють ці елементи. На відміну від традиційного використання залізобетонних пластин для посилення кам'яних елементів при дії

стискаючих навантажень, в статті запропоновано використовувати їх при посиленні згинальних кам'яних елементів. До таких елементів відносяться кам'яні стіни, основи яких зазнали нерівномірних осідань, висячі стіни, тощо. У статті запропоновано також спосіб виготовлення перемичок з легкобетонних блоків, посилених односторонніми або двосторонніми залізобетонними пластинами. Використання таких перемичок дозволяє збільшити теплозахисні властивості перемичок, полегшити їх виготовлення і монтаж.

У перспективі передбачається розробка технологічної карти виготовлення легкобетонних перемичок, посилених бічними залізобетонними пластинами, а також влаштування посилення згинальних кам'яних елементів такими пластинами.

Список використаних джерел

1. Ротко С.В., Ужегова О.А., Задорожнікова І.В. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій. Луцьк, 2010. 355 с.
2. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Київ, 2011. 97 с.
3. Азизов Т.Н. Современные способы усиления каменных конструкций. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2016. Вип. 61. С. 9-14.
4. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Томск, 1992. 456 с.
5. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Оценка состояния и усиление строительных конструкций реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей. Томск, 1991. 309 с.
6. Иваницкий А.В. Изгибаемые конструкции из штучных элементов в замкнутой обойме. Дисс. ... канд. техн. наук. Одесса, 2015. 190 с.
7. Azizov T.N., Myza A.S. Engineering method of calculation stone elements, reinforced concrete reinforced side plates. Sciences of Europe. –2017. Vol 1. № 12. S. 35-41.
8. Азизов Т.Н., Мыза А.С. Каменные балки, усиленные односторонней железобетонной обоймой. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Вип. 32. Рівне, 2016. С. 428-435.
9. Azizov T.N., Myza A.S. Experimental research of strength and deformation of stone beams, which are strengthened by side concrete plates. Sciences of Europe. 2018. Vol 1. № 33. P. 18-23.