

конструкціях. З огляду на ефективність та доступність на ринку України, у подальших дослідженнях доцільно використовувати балки типу ДСТУ та ІРЕ як первісні для створення та моделювання перфорованих балок.

Література

1. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лавриненко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. *Металеві конструкції: Загальний курс*. К.: Видавництво «Сталь», 2010. 869 с.

2. Биків, Д., Кос, А., Підлужний, О., Підгурський, І., Підгурський, М. *Методи виготовлення сталевих перфорованих двотаврових балок з регулярною та нерегулярною структурою отворів* // Матеріали І Міжнародної науково-технічної конференції „Прикладна механіка“, 6-7 червня 2024 р. — Т. : ТНТУ, 2024. — С. 76–79.

УДК 624.016

Т. В. Бобало, канд. техн. наук, доц., Д. Ю. Якимів, аспірант
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ СТАЛЕВИМИ БАЛКАМИ ІЗ ОБ'ЄДНАННЯМ У СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННУ КОНСТРУКЦІЮ

T. Bobalo, Ph.D., Assoc. Prof., D. Yakymiv, Ph.D. Student
**STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE SLABS BY STEEL BEAMS
BY COMBINING THEM INTO A COMPOSITE STRUCTURE**

Залізобетонні плити є одними з основних елементів більшості будівель. У період життєвого циклу виникає потреба в підсиленні плит через різні причини:

- дефекти при будівництві, невідповідність проєктам;
- непридатність для подальшого використання внаслідок експлуатації;
- зміна призначення приміщень при реконструкції;
- пошкодження аварійного характеру.

Основними способами підсилення залізобетонних плит згідно з [1] є:

- підсилення плит шляхом нарощення поперечного перерізу зверху;
- підсилення плит шляхом нарощення поперечного перерізу знизу із застосування торкрет-бетону;
- установка двох консольних розвантажувальних балок зверху;
- підведення металевих розвантажувальних балок зверху;
- підведення розвантажувальних металевих балок знизу для розподілу навантаження і розвантаження плит (без включення в сумісну роботу);
- застосування шпренгельних затяжок для підсилення конструкцій;
- підсилення додатковою арматурою закріпленою на поверхні конструкції з використанням полімерних матеріалів;
- підсилення скловолокном, карбоновими стрічками або листовим металом закріпленими на поверхні конструкцій з використанням полімерних матеріалів.

Існує можливість покращити спосіб підсилення залізобетонних плит підведенням розвантажувальних металевих балок знизу шляхом їх об'єднання в сталезалізобетонну конструкцію.

Сталезалізобетонна балка – це комбінований елемент, що переважно зазнає дії згинання [2]. Він складається із залізобетонної плити та сталеві балки, які об'єднані в сумісну роботу за допомогою з'єднувальних елементів. В українській та світовій практиці будівництва сталезалізобетонні балки є відомими та поширеними конструкціями, в яких максимально ефективно використовуються властивості сталі та бетону для одержання оптимальних

конструкцій в цивільному і транспортному будівництві. Ця композитна конструкція використовується в будівництві будівель та мостів давно, існує багато досліджень її роботи. В різних країнах є нормативні документи для сталезалізобетонних конструкцій. В сучасних наукових публікаціях [3] активно досліджують різноманітні з'єднання для збірних сталезалізобетонних конструкцій.

Недослідженою є робота конструкцій, утворених після підсилення з/б плит сталевими балками з об'єднанням. Інакше кажучи – дослідження сталезалізобетонних балок утворених зміною напруженого стану з/б плит (зі згину на стиск) при підсиленні балками із введенням з'єднувальних елементів.

Планується дослідження плит підсилених підведенням розвантажувальних балок без об'єднання і плит підсилених балками із об'єднанням у сталезалізобетонну конструкцію за допомогою гнучких та жорстких з'єднувальних елементів.

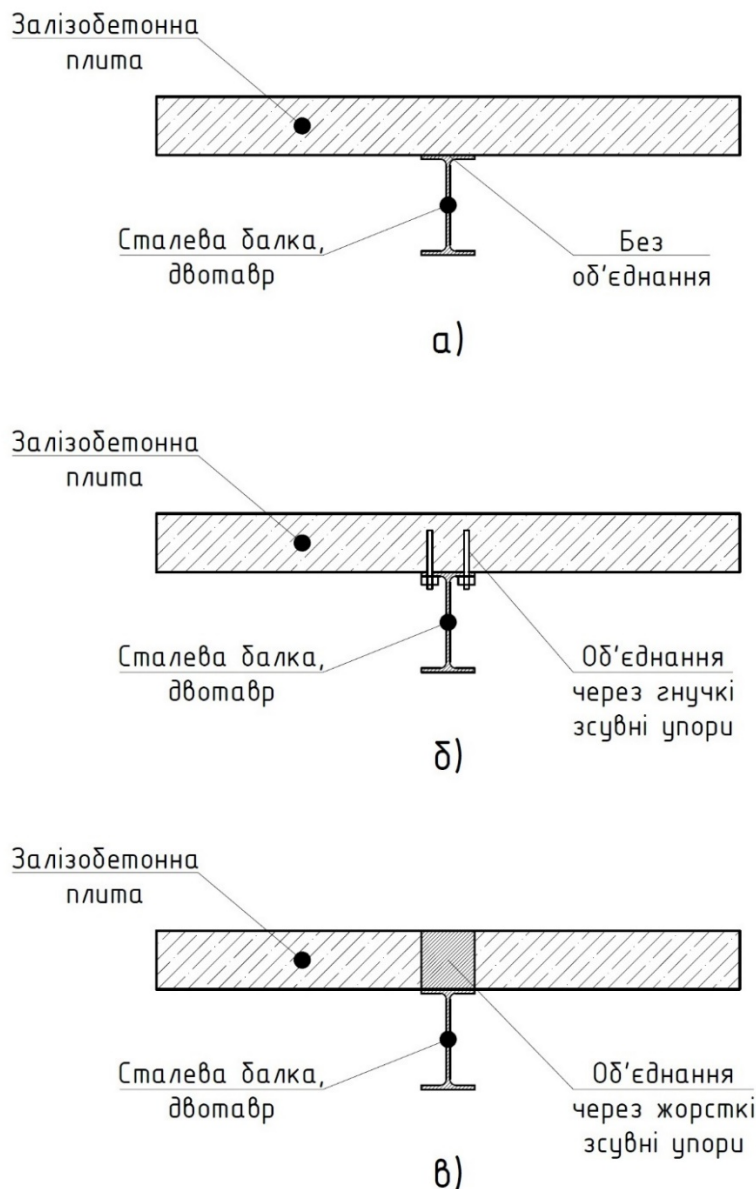


Рис. 1. Поперечні перерізи плит, підсилених балками:

- а* – підсилення підведенням розвантажувальних балок без об'єднання;
- б* – підсилення підведенням балок із об'єднанням через гнучкі з'єднувальні елементи;
- в* – підсилення підведенням балок із об'єднанням через жорсткі з'єднувальні елементи.

Література

1. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд.
2. ДБН В.2.6-160:2010 Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення.
3. Wang, Wei & Zhang, Xie-dong & Zhou, Xi-long & Wu, Lin & Zhu, Hao-jie. (2021). Study on Shear Behavior of Multi-Bolt Connectors for Prefabricated Steel–Concrete Composite Beams. *Frontiers in Materials*. 8. 10.3389/fmats.2021.625425.

UDC 667.64:678.026

P.O. Vorobiov, PhD

DEVELOPMENT OF CORROSION-RESISTANT POLYMER COATINGS INTENDED FOR THE PROTECTION OF THE UNDERWATER PART OF VESSELS

Kherson State Maritime Academy, Ukraine

П.О.Воробйов, PhD

РОЗРОБКА КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ПОЛІМЕРНИХ ПОКРИТТІВ ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПІДВОДНОЇ ЧАСТИНИ СУДЕН

Introduction. The long-term operation of vessels can produce corrosion destruction of poorly protected surfaces, the underwater part of which is in direct contact with the aquatic environment, the water areas of rivers, seas, and oceans. Corrosion spots appear on the surfaces of ship hulls, which subsequently cause damage to structures, reducing their strength, tightness, and operational reliability. The influence of variable temperatures, biological activity, and mechanical friction decreases the service life of metal structures. Therefore, improving the operational characteristics of the underwater part of the ship hull is possible through polymer protective coatings. Their use allows for counteracting the corrosion destruction of the underwater part of the ship hull. At the same time, improving the characteristics of protective coatings can be achieved by modifying the binder, in particular, inhibitors, inhibitory pigments, and active fillers [1].

To create protective corrosion-resistant polymer coatings, the epoxy oligomer ED-20 was chosen as a binder, which was polymerized with the hardener polyethylene polyamine PEPA. To improve the characteristics of the protective coating, the following were used: fibrous filler (PCB) with parameters – $l = 15 \dots 30$ mm, $d = 20 \dots 25$ μm .; natural nano filler (NNF) $d = 400 \dots 600$ nm.

The corrosion resistance of the developed coatings was investigated by visual analysis, i.e., by the presence of defects on the surface of the samples with "T"-like notches. Experimental studies of the developed polymer coatings were conducted in a freshwater environment (Dnipro River) at the Hydrobiological Station of Kherson, Ukraine. The duration of exposure in the river was $t = 6552$ h at variable temperatures, namely from -15 °C to $+30$ °C.

Coatings containing different content of ingredients were used, in particular: matrix (oligomer ED-20: hardener PEPA – 100 pts. wt.: 10 pts. wt.); Composite Material (CM) 1 (binder: a mixture of polyester-cotton blend (PCB): hardener – 100 : 0,100 : 10); CM 2 (binder: a mixture of polyester-cotton blend (PCB) : hardener – 100 : 0,50 : 10).

Visual analysis of the surface of the coatings (CM 1 and CM 2) allows us to state that they have sufficiently high corrosion resistance. Comparative study of permeability indicators in the freshwater environment (Dnipro River) at the Hydrobiological Station of Kherson does not change significantly, with and without a "T"-shaped incision. No surface defects were found for CM 1 with "T"-shaped notches. This indicates the creation of a protective layer against the penetration of aggressive ions and water molecules to the base, due to the formation of a compacted polymer structure.

Conclusions. According to the results of comprehensive studies, it has been established that to protect the underwater part of vessels that is in direct contact with the aquatic environment, it is