



АВТОРИ



РАЗУМОВ А.Ю.
Заступник Голови
Правління
ПАТ «ДИОС».



РОЖОВСЬКА Л.І.
Головний інженер
проекту ПАТ «ДИОС».



ГОНЧАРЕНКО І.О.
Начальник відділу
ВСП ПАТ «ДИОС».



СЛЮСАРЕНКО Ю.С.
Канд. техн. наук, с.н.с.,
заступник директора з
наукової роботи
ДП НДІБК.



ПЕТРАКОВ О.О.
Завідувач лабораторії
ДП НДІБК, д-р техн.
наук.



ТИТАРЕНКО В.А.
Завідувач відділення
ДП НДІБК, канд.
техн. наук, с.н.с.



МАЧУЛКІНА К.С.,
Інженер I категорії
ДП НДІБК.



КИЯШКО Н.Ю.
Начальник
управління по
реалізації проектів
капітального
будівництва
Полтавського ГЗК

РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНЬОЇ СИСТЕМИ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ СІТКАМИ З ВИСОКОМІЦНИХ ПОЛІМЕРНИХ ВОЛОКОН В ЦЕМЕНТНІЙ МАТРИЦІ

УДК 69.059

АНОТАЦІЯ

У статті представлені результати розрахунків несучої здатності підсиленних плит, з урахуванням характеристик матеріалів, отриманих в результаті випробування. Система Ruredil X Mesh GOLD впроваджена при підсиленні плит покриття на Полтавському ГЗК в 2013р. та за час експлуатації показала високу працездатність.

The results of calculations of bearing strength of the reinforced slabs, considering the characteristics of materials that have been derived from the tests, are presented in the article. The system Ruredil X Mesh GOLD was implemented at strengthening slabs covering on the Poltava GOK in 2013 and during the operation has showed high efficiency.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

підсилення плит покриття, новітні системи, зовнішнє армування, Ruredil X Mesh GOLD, впровадження системи підсилення, міцність, жорсткість, деформації.

Проблема підсилення прольотних залізобетонних конструкцій є дуже актуальною для сучасної України. Заслугує уваги розробка новітніх систем підсилення, що мають високу технологічність та експлуатаційну надійність. Однією з таких систем є система зовнішнього армування Ruredil X Mesh GOLD, до області застосування якої належать залізобетонні конструкції, що мають дефекти і пошкодження, отримані в процесі експлуатації споруди.

Групою фахівців ДП НДІБК (м. Київ), ПАТ «ДИОС» (м. Донецьк), ВАТ «Полтавський ГЗК» (м. Комсомольськ), компанії «Ruredil» (Італія), ТОВ «Альпі Львів» (м. Львів), ТОВ «Астра» (м. Донецьк), ПАТ «Стахановський вагонобудівний завод» (м. Стаханов) виконано поетапне проектування та впровадження системи підсилення ребристих плит покриття сітками з волокон РВО (поліпарафенілен бензооксазола), наклеєних на



поверхню конструкції за допомогою неорганічної матриці Ruredil X Mesh M750 на основі цементу.

Розробка методик та тестування зразків

Система зовнішнього армування Ruredil X Mesh GOLD вже тривалий час з успіхом використовується у країнах Євросоюзу. Для можливості впровадження технології на вітчизняному ринку фахівцями ДП НДІБК була розроблена наступна документація згідно з чинною нормативною базою України:

- методика випробування зразків залізобетонних конструкцій, посилених системою Ruredil X Mesh GOLD;
- методика випробування плит покриття ІПГ12-4А-Швт по серії 1.465.1-3 / 80, посилених системою Ruredil X Mesh GOLD;
- методичні рекомендації щодо посилення збірних залізобетонних конструкцій зовнішнім армуванням системою композитних матеріалів Ruredil X Mesh GOLD;
- рекомендації щодо підсилення збірних залізобетонних плит покриття зовнішнім армуванням системою Ruredil X Mesh GOLD на діючому об'єкті «корпус збагачення ОФ-1 інв. №010006701 на Полтавському ГЗК».

Випробуваннями на зразках залізобетонних конструкцій, посилених системою зовнішнього армування Ruredil X Mesh GOLD, визначені характеристики міцності волокон і довжина анкерування сітки при прикріпленні її до залізобетонної поверхні неорганічною матрицею Ruredil X Mesh Gold. Отримано наступні результати:

- розрахунковий опір волокон при умовній товщині сітки 0,0455 мм з забезпеченістю 0,95 становить 1800 МПа;
- розрахунковий опір сітки з забезпеченістю 0,95 становить 81,9 кН/м;

- модуль деформації 220 ГПа;
- допустима деформація розтягу 0,8%;
- довжина зони анкерування одношарової системи посилення 40 см;
- довжина зони анкерування двошарової системи посилення в досліджах не встановлена й імовірно складає 80 см.

Основною метою розробки «Рекомендацій...» є визначення експериментальними і теоретичними методами несучої здатності, жорсткості та тріщиностійкості згинальних збірних залізобетонних конструкцій, посилених системою зовнішнього армування Ruredil X Mesh GOLD, при дії експлуатаційних навантажень. При цьому показники міцності, жорсткості і тріщиностійкості оцінювалися відповідно до чинних нормативних документів України в галузі будівництва. Згідно виконаних розрахунків несуча здатність ребристих плит покриття 3x12 м, підсилених системою Ruredil X Mesh GOLD, збільшується на 16,9 % при одношаровому підсиленні та на 27,6 % при двошаровому.

Випробування плит

Згідно з розробленими детальними методиками випробування плит проведена оцінка їх результатів. Дослідні конструкції плит були представлені трьома серіями: непідсилені плити (еталон); плити, підсилені одношаровою системою зовнішнього армування Ruredil X Mesh GOLD; плити, посилені двошаровою системою зазначеного зовнішнього армування.

За результатами випробувань встановлено, що застосування системи зовнішнього армування

Таблиця 1.

| Конструкція плити | Розрахункове навантаження, кг/м ² | Збільшення розрахункового навантаження, % |
|-----------------------|--|---|
| Непідсилені | 540 | 0,00 |
| Одношарове підсилення | 631 | 16,9 |
| Двошарове підсилення | 689 | 27,6 |



Рис.1. Зразок до випробування.



Рис.2. Зразок після випробування.



Ruredil X Mesh GOLD дозволяє збільшити розрахункове навантаження попередньо напружених плит покриття на 7,5...15 %.

Система Ruredil X Mesh GOLD має специфічні особливості, що полягають у високій міцності волокон РВО в поєднанні з їх відносно низькою жорсткістю. У зв'язку з цим розрахункові напруги у волокнах досягаються при деформаціях 0,8...1,0%. При зазначених деформаціях зовнішнього (додаткового) армування прогини конструкцій, що підсилюються, можуть перевищувати граничні значення, встановлені нормами [1, 2] України. З цієї ж причини важко до конструкцій, посиленних системою Ruredil X Mesh GOLD, застосовувати прийняті в нормах України принципи проектування за двома групами граничних станів. Принаймні, для граничних станів першої групи слід застосовувати обґрунтовані критерії, сформульовані у деформаціях, а не у напруженнях. Доцільно узагальнити досвід дослідного впровадження системи Ruredil X Mesh GOLD для підсилення згиналь-

них збірних залізобетонних конструкцій, провести додатковий комплекс дослідницьких робіт та розробити методи проектування і розрахунку конструкцій підсилення, що засновані на уточнених уявленнях про граничні стани, інтегровані з нормами будівельного проектування Євросоюзу.

Впровадження системи

Успіху у впровадженні вдалося досягнути завдяки скоординованій співпраці наукових та проектних організацій, постачальників та виконавців робіт, а також прямої зацікавленості замовника та інших підприємств, що експлуатують будівлі та споруди, виконані з залізобетонних конструкцій.

Вперше в Україні впровадження системи провелося на Полтавському ГЗК. Об'єктом для підсилення було обрано плити покриття будівлі корпусу збагачувальної фабрики №1. За результатами звіту про обстеження технічного стану будівельних конструкцій, плити знаходяться у аварійному стані. Необхідність їх посилення пов'язана із:

- фізичним зносом матеріалів, що зумовлений впливом температури та вологості;
- недостатньою несучою здатністю плит у зв'язку зі значним збільшенням товщини покрівельного покриття за час експлуатації будівлі і величин снігових навантажень згідно ДБН Б В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» [3].

Для збільшення несучої здатності плит покриття застосовували зовнішнє армування двошаровою системою Ruredil X Mesh GOLD, що влаштовується по горизонтальних поверхнях і по внутрішніх вертикальних поверхнях поздовжніх ребер плит покриття. Ширина сітки по горизонтальній поверхні поздовжнього ребра дорівнює ширині ребра (75 мм). Висота сітки по внутрішній вертикальній поверхні поздовжнього ребра складає 125 мм. Довжина зони зовнішнього армування прийнята 3750 мм. Несуча здатність плит покриття після підсилення, згідно розрахунку повинна збільшитись з 540 кг/м² до 690 кг/м². Фактичне розрахункове навантаження на плити на момент виконання роботи було 682 кг/м².

Для можливості реалізації технічних рішень без зупинки технологічного процесу фахівцями проектного інституту ПАТ «ДИОС» було розроблено робочу документацію та проект виконання робіт. Підсилення здійснювалось альпіністами ТОВ «Астра», що пройшли спеціальне навчання та отримали відповідний сертифікат від автора технології – компанії «Руреділ» (Італія). Навчання виконавців робіт та розробку технологічної карти проводив офіційний



Рис.3. Нанесення підсилюючої сітки Ruredil.

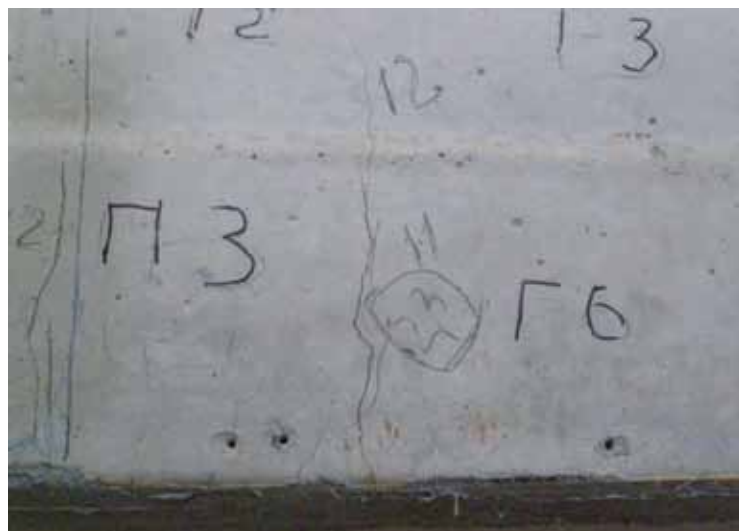


Рис.4. Тріщина в ребрі плити в момент руйнування.



Рис.5. Впровадження системи Ruredil X Mesh GOLD на Полтавському ГЗ.

представник компанії «Руреділ» в Україні, ТОВ «Альпі-Львів».

ВИСНОВКИ

Після виконання підсилення, в період з листопада 2013 р. по червень 2014 р. з боку ДП НДІБК були проведені моніторингові спостереження за технічним станом посиленних конструкцій. За результатами моніторингу відзначено наступне:

- експлуатація посиленних плит показала високу працездатність системи «Ruredil X Mesh GOLD»;
- стан посиленних плит покриття класифікується як нормальний (категорія технічного стану І);
- в посиленних плитах не було виявлено жодного дефекту, пов'язаного з перевищенням розрахункових навантажень, що становили до 130% від несучої здатності плит без посилення.

На момент виконання робіт економічна ефективність посилення цим методом була співставна до традиційних методів ремонту залізобетонних конструкцій. При цьому система Ruredil X Mesh GOLD вигідно відрізняється від систем посилення за допомогою металу наступним:

- простота та технологічність операцій, низька трудомісткість; для виконання робіт не потрібно застосовувати підйомно-транспортне обладнання;
- використання системи не призводить до значного збільшення ваги плит покриття; при виконанні підсилення традиційними методами додаткове навантаження впливає як на самі плити, так і на роботу всього каркасу будівлі;
- при посиленні новою системою не зменшу-

ється габарит приміщення до низу будівельних конструкцій (з цієї причини підсилення металом не завжди можливо виконати);

- конструкції, посилені системою Ruredil, не потребують витрат на подальшу експлуатацію та мають більш естетичний зовнішній вигляд;

Враховуючи це, можна рекомендувати цю систему для підсилення будівельних конструкцій на інших підприємствах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинні від 2011-06-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с. – (Будівельні норми України).
2. Прогини і переміщення: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 10 с. – (Національний стандарт України).
3. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2007-01-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60 с. – (Будівельні норми України).

REFERENCES

1. Concrete and reinforced concrete constructions. Basic positions: DBN B.2.6-98:2009. – [Valid from 2011-06-01]. – K.: Minregionbud of Ukraine, 2011. – 71 p. – (Building Norms of Ukraine, in Ukrainian).
2. Flexure and moving: DSTU B V.1.2-3:2006. – [Valid from 2007-01-01]. – K.: Minbud of Ukraine, 2006. – 10 p. – (National Standard of Ukraine, in Ukrainian).
3. Loadings and influences: DBN B.1.2-2:2006. – [Valid from 2007-01-01]. – K.: Minbud of Ukraine, 2006. – 60 p. – (Building Norms of Ukraine, in Ukrainian).