

ПОСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ СТАЛЕВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ**Голоднов О.І.**, д.т.н., проф.,*Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ, Україна,
golodnow@ukr.net; ORCID: 0000-0002-9722-9164;*

Анотація. Необхідність у проведенні обстеження будівельних конструкцій фрагменту плити перекриття в паркінгу житлового будинку виникла внаслідок появи пошкоджень.

Було проведено обстеження фрагменту залізобетонної плити перекриття, визначено її технічний стан, виконано розрахунки і проектування конструкцій посилення фрагмента плити перекриття паркінгу будівлі відповідно до вимог чинних нормативних документів і зроблено висновок про можливість подальшої експлуатації.

Були виконані виготовлення і монтаж сталевих конструкцій посилення.

Ключові слова: існуюча будівля, фрагмент залізобетонної плити перекриття паркінгу, обстеження, технічний стан, проектування, виготовлення і монтаж конструкцій посилення.

Вступ. Постановка проблеми. Необхідність у проведенні обстеження конструкцій існуючої будівлі виникла у зв'язку з появою пошкоджень в частині плити перекриття.

Обстеження, оцінку технічного стану конструкцій, розрахунки, підготовку висновку про технічний стан і обґрунтування можливості подальшої експлуатації конструкцій виконано відповідно до вимог чинних нормативних документів [1-4 та ін.].

Майданчик, де розташовано будинок, являє собою ділянку старовинної міської забудови м. Києва. Житловий будинок побудовано на початку 21 століття (рис. 1).

Будинок являє собою складну в плані восьмиповерхову споруду загальними розмірами 40,75х24,80 м. В будинку, окрім житлових приміщень, які розміщено з 2 по 8 поверхи, розташовано приміщення громадського призначення на 1-му поверсі та двоповерховий паркінг. Висота поверхів в паркінгу становить 3 м. Конструктивна система будинку – змішана. Просторова жорсткість будинку забезпечується спільною роботою зовнішніх та внутрішніх стін та перегородок, монолітних залізобетонних колон, а також горизонтальними дисками перекриттів і покриття.



Рис. 1. Головний фасад будинку

Перекриття в паркінгу будинку виконано в монолітному залізобетонному варіанті. Вигляд фрагмента плити перекриття над паркінгом наведений на рис. 2.



Рис. 2. Загальний вигляд верхньої частини плити перекриття в паркінгу будівлі в осях А-Б/8-9

Необхідність у проведенні обстеження конструкцій існуючої будівлі виникла у зв'язку з появою пошкоджень в частині плити залізобетонного перекриття внаслідок порушення технології бетонування плити в зимовий період (рис. 3).

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Разом з новим будівництвом все частіше виникає необхідність в проведенні робіт по відновленню експлуатаційної придатності будівельних конструкцій будівель та споруд у зв'язку з появою дефектів та пошкоджень, які отримали конструкції під час виготовлення, монтажу та експлуатації. При цьому необхідно вирішувати питання, пов'язані з визначенням напружено-деформованого стану і виконанням робіт із продовження терміну експлуатації споруд.

Вказані роботи необхідно вирішувати в комплексі, тобто прогнозу можливого продовження терміну експлуатації конструкцій будівель та споруд повинні передувати роботи, пов'язані з оцінкою їхнього технічного стану. Ці роботи необхідно виконувати відповідно до вимог чинних нормативних документів [1-10 та ін.].

Формулювання мети та методів дослідження. Мета цієї роботи полягає в розробці взаємозв'язаних заходів щодо визначення параметрів технічного стану фрагменту залізобетонної плити перекриття над паркінгом будинку в осях А-Б/8-9, обґрунтуванні можливості посилення конструкцій будинку, які мають пошкодження для продовження терміну експлуатації будинку, розробці проекту посилення конструкцій і реалізації розробленого проекту в натурі.



Рис. 3. Руйнування захисного шару бетону з оголенням та інтенсивним корозійним зносом арматури фрагмента плити в осях А-Б/8-9

Методи досліджень [1, 5-10 та ін.]:

- аналіз наявної технічної документації;
- візуальне та інструментальне обстеження конструкцій фрагменту плити перекриття в паркінгу будинку в осях А-Б/8-9;
- оцінка технічного стану конструкції плити на основі аналізу технічної документації та результатів обстеження конструкцій;
- підготовка висновку про технічний стан і експлуатаційну придатність конструкцій будівлі, можливість та умови її посилення;
- розробка проекту посилення конструкції плити;
- виконання робіт з посилення конструкції плити.

Основний матеріал і результати. Під час проведення обстеження було встановлено, що плита в центральній частині має руйнування захисного шару бетону для арматури (рис. 3). Арматура в цій частині плити оголена та кородована. Прогини плити в межах 70 мм. За всіма ознаками руйнування бетону та корозію арматури було спричинено порушеннями технології під час виконання робіт з устрою конструкцій – незадовільне виконання ущільнення бетону, порушення режиму прогрівання. Додатковими причинами корозії арматури можна вважати регулярне замочування конструкцій водою при експлуатації під час прориву водонесучих комунікацій, що було підтверджено замовником.

Визначення міцності та однорідності бетону виконано ультразвуковим методом згідно ДСТУ Б В.2.7-226:2009 [3]. Суть ультразвукового методу полягає у вимірі часу t проходження ультразвуку від випромінювача до приймача і бази L прозвучування (відстані між випромінювачем і приймачем).

По знайдених величинах розраховується швидкість $C=L/t$ поширення ультразвукових коливань і по встановленій залежності між швидкістю та міцністю визначається міцність бетону на контрольованій ділянці, та його суцільність (наявність порожнин в тілі бетонної конструкції).

Ультразвукові випробування бетону виконано за допомогою приладу УКС-МГ4 з автоматичним вирахуванням міцності бетону та фіксацією швидкості проходження ультразвукових хвиль крізь тіло конструкції.

Виміри швидкості ультразвуку та міцності бетону виконувалися способом поверхневого прозвучування.

Результати досліджень наведено на рис. 4 (цифрами вказана міцність в МПа в межах досліджуваних ділянок). Як видно з цього рис., бетон плити перекриття в паркінгу будинку неоднорідний за своїми властивостями, що свідчить про порушення технології виготовлення конструкцій.

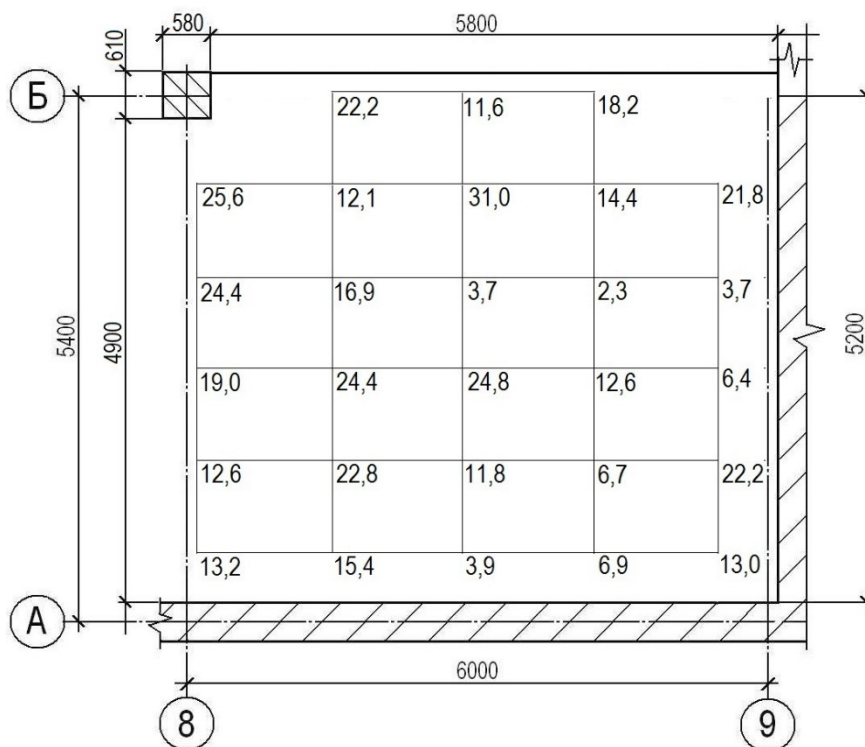


Рис. 4. Результати досліджень однорідності та міцності бетону плити

Згідно вимог п. 5.2 чинного нормативного документа ДСТУ 9273:2024 [1] технічний стан конструкції фрагмента плити перекриття в паркінгу будинку в осях А-Б/8-9 відноситься до стану «3» – не придатний до нормальної експлуатації, оскільки конструкція не відповідає категоріям «1», «2» щодо несучої здатності або нормальної реалізації захисних функцій, але аналіз дефектів і пошкоджень з перевірними розрахунками виявляє можливість забезпечення її цілісності до проведення ремонту, посилення або заміни за умови відсутності додаткового навантаження.

Оскільки технічний стан стан конструкцій плити перекриття в паркінгу будинку відноситься до стану «3» – не придатний до нормальної експлуатації, подальша безпечна експлуатація без виконання заходів щодо ремонту або заміни неможлива. Розглядалися 2 варіанти:

- демонтаж з подальшою заміною у відповідності з проєктом, згідно якого було побудовано будинок;
- посилення конструкцій плити шляхом устрою плоскої балкової клітки, яку необхідно підвести під плиту (рис. 5).

Для виконання робіт з посилення було необхідно розробити відповідний проєкт [2, 4-10]. Посилення плити запропонованим способом дозволило виконати роботи у короткі терміни з виключенням «мокрих» процесів. Навантаження від ваги конструкцій плити згідно з розробленим проєктом передається на конструкції рами, колони та фундаментну плиту будинку.

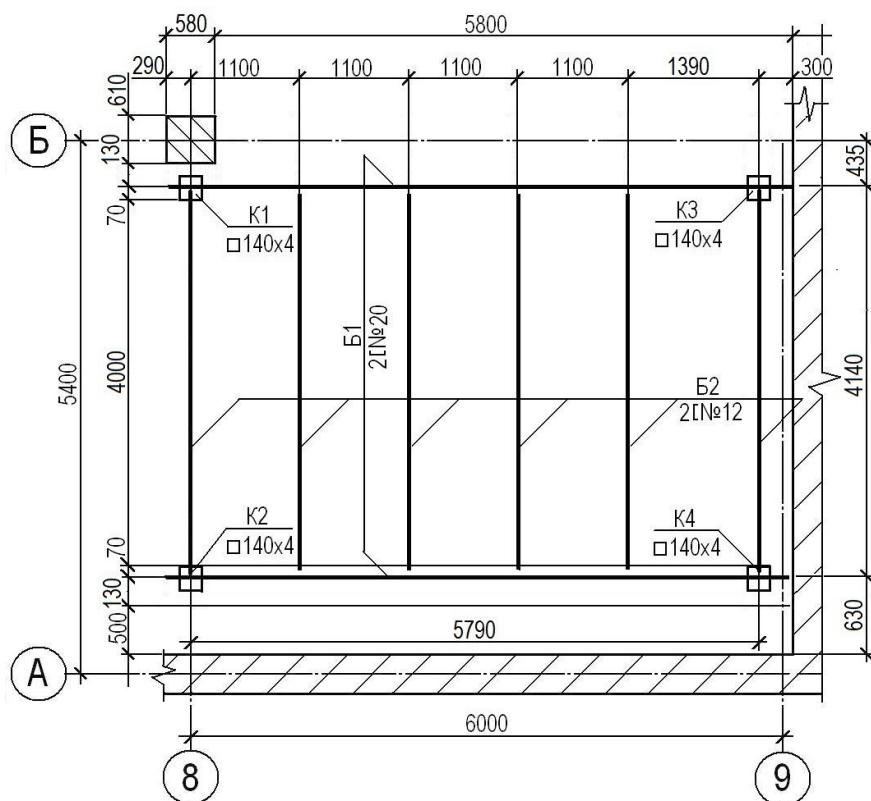


Рис. 5. Фрагмент плану будинку з вказівкою елементів посилення



Рис. 6. Вигляд сталевих елементів посилення фрагменту плити

З початку роботи (виїзд на місце, ознайомлення з об'єктом, обмірні роботи) до здачі об'єкту в експлуатацію пройшло менше 45 днів.

Висновки. За результатами проведених досліджень зроблено наступні висновки.

1. Будинок побудовано за індивідуальним проектом. Конструктивна система будинку – змішана. Просторова жорсткість будинку забезпечується спільною роботою зовнішніх та внутрішніх стін і перегородок, монолітних залізобетонних колон, а також горизонтальними дисками перекриттів і покриття.

2. Перекриття в паркінгу будинку виконано в монолітному залізобетонному варіанті. Під час проведення обстеження було встановлено, що фрагмент плити перекриття в осях А-

Б/8-9 в центральній частині має руйнування захисного шару бетону для арматури. Арматура в цій частині плити оголена та кородована. За всіма ознаками руйнування бетону та корозію арматури плити було спричинено порушеннями технології під час виконання робіт з устрою конструкцій – незадовільне виконання ущільнення бетону, порушення режиму прогрівання. Додатковими причинами корозії арматури можна вважати регулярне замочування конструкцій водою при експлуатації під час прориву водонесучих комунікацій.

Результати ультразвукових досліджень свідчать про те, що бетон фрагменту плити перекриття в паркінгу будинку неоднорідний внаслідок порушень технології виготовлення конструкцій.

3. Згідно вимог чинних нормативних документів технічний стан конструкції флангмента плити перекриття в паркінгу будинку в осях А-Б/8-9 визначено, як «3» – не придатний до нормальної експлуатації, оскільки конструкція не відповідає категоріям «1», «2» щодо несучої здатності або нормальної реалізації захисних функцій, але аналіз дефектів і пошкоджень з перевірними розрахунками виявляє можливість забезпечення її цілісності до проведення ремонту, посилення або заміни за умови виключення на неї додаткового навантаження.

4. Для забезпечення подальшої безпечної експлуатації конструкцій плити розроблено проєкт і виконано посилення конструкцій.

Література

1. ДСТУ 9273:2024. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2024. – 72 с.

2. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проєктування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 199 с.

3. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 33 с.

4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проєктування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 60 с.

5. Голоднов, О., Антошина, Т., Отрош, Ю. (2017). Про необхідність розрахунку будівель зі сталевим каркасом на температурні впливи. *Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського*, 20, 65–84.

6. Holodnov O., Gordiuk M., Semynoh M., Tkachuk I. (2019). Determination of the technical state of buildings and constructions after force and temperature influences / *Technology audit and production reserves*, 4/1(48), 2019, 4-10.

7. Holodnov O., Gordiuk M., Semynoh M., Tkachuk I., Ivanov B. (2019). Remaining resource of constructions of building and building is after different influences / *Technology audit and production reserves*, 5/1(49), 2019, 4-9.

8. Holodnov O., Otrosh Y., Surianinov M., Starova O. Experimental and Computer Researches of Ferroconcrete Beams at High-Temperature Influences / *Trans Tech Publications Ltd. In Materials Science Forum*, 2019, Vol. 968, pp. 355-360. <https://doi.org/10.4028/www.scientist.net/MSF.968.355>.

9. Голоднов О., Антошина Т. Досвід проєктування та будівництва навісу над будівлею / *Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини. Збірник наукових праць / Одеська державна академія будівництва та архітектури*. – Одеса: ОДАБА, 2020. – №24. – С. 36-42.

10. Голоднов О., Ткачук І. Реконструкція виробничої будівлі зі сталевим каркасом / *Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини. Збірник наукових праць / Одеська державна академія будівництва та архітектури*. – Одеса: ОДАБА, 2024. – №28. – С. 105-113.

References

[1]. DSTU 9273:2024. Nastanova shchodo obstezhennya budivel i sporud dlya vyznachennya ta ocsinky yikh tekhnichnoho stanu. Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2024. 72 s.

[2]. DBN V. 2.6-198:2014. Stalevi konstruktsiyi. Normi proektuvannja. (2015). Kyiv: Minregionbud Ukrayini, 2014. 199 s.

- [3]. DSTU B V.2.7-226:2009. Budivelni materiali. Betoni. Ultrazvukovij metod viznashennja micnosti. – Kyiv: Minregionbud Ukraini, 2010. 33 s.
- [4]. DBN V.1.2-2:2006. Navantagennja i vplyvi. Normi proektuvannja. (2007). Kyiv: Minbud Ukraini, 2006. 60 s.
- [5]. Holodnov, O., Antoshina, T., Otrosh, Yu. (2017). Pro neobkhidnist rozrakhunku budivel zi stalevym karkasom na temperaturni vplyvy. *Zbirnyk naukovykh prats Ukrayinskoho instytutu stalevykh konstruktsiy imeni V. M. Shymanovskoho*, 20, 65–84.
- [6]. Holodnov O., Gordiuk M., Semynoh M., Tkachuk I. (2019). Determination of the technical state of buildings and constructions after force and temperature influences / *Technology audit and production reserves*, 4/1(48), 2019, 4-10.
- [7]. Holodnov O., Gordiuk M., Semynoh M., Tkachuk I., Ivanov B. (2019). Remaining resource of constructions of building and building is after different influences / *Technology audit and production reserves*, 5/1(49), 2019, 4-9.
- [8]. Holodnov O., Otrosh Y., Surianinov M., Starova O. Experimental and Computer Researches of Ferroconcrete Beams at High-Temperature Influences / *Trans Tech Publications Ltd. In Materials Science Forum*, 2019, Vol. 968, pp. 355-360. <https://doi.org/10.4028/www.scientist.net/MSF.968.355>.
- [9]. Holodnov, O., Antoshina, T. (2020). Dosvid proektuvannya ta budivnutstva navisu nad budivleyu / *Sutchasni budivelni konstruktsii z metalu ta derevini. Zbirnyk naukovykh prats / Odeska derjavna akademiya budivnutstva ta architekturi*. Odesa: ODABA, 2020. №24. S. 36-42.
- [10]. Holodnov O.I., Tkachuk I.A. Reonstrucsya virobnichoi budivli zi stalevim karkasom / *Sutchasni budivelni konstruktsii z metalu ta derevini. Zbirnyk naukovykh prats*. Odesa: ODABA, 2024. №28. C. 105-113.

STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE SLAB WITH STEEL ELEMENTS

Holodnov O., D.Sc., Professor,
State University "Kiev Aviation Institute", Kyiv, Ukraine,
golodnow@ukr.net; ORCID: 0000-0002-9722-9164;

Abstract. The need for inspection of building structures containing the fragment of the floor slab in the car park of a residential building arose due to appearance of damage.

A fragment of the concrete floor slab was inspected, calculations for the slab were performed in accordance with the requirements of current regulatory documents, its technical condition was determined, and a conclusion was made concerning possibility for further operation.

During the research, a regulatory procedure for assessing the technical condition and load-bearing capacity of operated structures was applied. The results of performed survey, calculation and technical condition assessment for building structures containing the slab fragment were presented. It was determined that according to the current regulatory documents containing requirements for technical condition the concrete slab fragment is unusable for operation. The cause for defects and damage in the slab structure was determined: violations of technology for execution of concrete structures in the winter.

Based on the research, a design for strengthening the slab structure was developed. Manufacture, transportation and installation of steel reinforcing structures were carried out.

Reinforcing the slab using the proposed method made it possible to complete the work in a short time without using wet processes. The load from the weight of the slab structures, according to the developed project, is transferred to the frame structures, columns, and foundation slab of the building.

Keywords: existing building, fragment of concrete floor slab for car park, inspection, technical condition, design, manufacture and installation of reinforcing structures