

ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЛІ ПРОМИСЛОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

INSPECTION OF BUILDING OF INDUSTRIAL SETTING

Талах Л.О., к.т.н., доц. (Луцький НТУ, м. Луцьк)

Talakh L.A., Ph.D., associate professor (Lutsk National Technical University, Lutsk)

У статті наведені результати обстеження будівлі промислового призначення, виробничого корпусу (незавершене будівництво), подано рекомендації, щодо ліквідації дефектів будівельних конструкцій для безпечної та довготривалої експлуатації будівлі.

As building during great while, stood more than 25 years, as unfinished building without incomplete implementation of measures after canning, the continuous inspection of all of build constructions, collapsible reinforced-concrete columns, ригелей, flags of ceiling and coverage, and also bricking of internal and external sthenes was executed. As a result of implementation of works it was set from an inspection, that over the protracted unfavorable influence of environment and insignificant lacks of implementation of buildings and installation works brought to that separate structural elements got the row of damages and defects which worsened their technical state.

The results of inspection of building of the industrial setting are resulted, production corps (building is uncompleted), recommendations are given, in relation to liquidation of defects of build constructions for safe and of long duration exploitation of building.

Ключові слова: залізобетон, колона, плита, перекриття, тріщина, цегла, розчин

Keywords: reinforced concrete, column, flag, ceiling, crack, brick, solution

Інструментальне та візуальне обстеження будівлі промислового призначення виробничого корпусу Є-3 (незавершене будівництво) у м. Луцьку по вул. Шевченка, 13 виконувалось науковими

співробітниками науково-дослідної лабораторії при кафедрі промислового та цивільного будівництва факультету будівництва та дизайну Луцького НТУ.

Запроектована будівля є каркасною. Вона має розміри в осях 150×36 м. Крок колон у поздовжньому напрямі 6 м, а в поперечному 9 м, триповерхова, Конструкції перекриття та покриття – збірні залізобетонні ребристі плити розміром 3×6 м, 1,5×6 м, 0,75×6 м, змонтовані по залізобетонних ригелях, які опираються на залізобетонні колони перерізом 400×600 мм (перший та другий поверхи) і 400×400 мм (третій поверх), замонолічені в окремих фундаментах стаканного типу. Фундаменти монолітні.

Оскільки будівля протягом тривалого часу, більше 25 років простояла, як незавершене будівництво без неповного виконання заходів по консервації, виконувалось суцільне обстеження всіх будівельних конструкцій, а також цегляної кладки внутрішніх і зовнішніх стін.

Дослідження фізико-механічних характеристик збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття і покриття та зовнішніх і внутрішніх цегляних стін, зварних швів ванної зварки опорних вузлів ригелів та колон з технічного обстеження виконувалося інструментальне дослідження не руйнівними методами фізико-механічних властивостей бетону залізобетонних колон, ригелів та плит перекриття і покриття будівлі. При цьому використовували наступні прилади: еталонний молоток Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77, ИЗС-10Н по ГОСТ 12997-84, повірених 23.01.2013 року, ультразвуковий дефектоскоп УДЗ-71, ультразвуковий товщиномір ТУЗ-1 з перетворювачами П112-5×10/2-Т-003, П112-10×6/2-Т-003, П111-2,5-К12-003, повірених 10.09.2013 року, а також ліхтар і фотоапарат "Nikon".

Для всіх методів визначення міцності бетону виконувалась статистична обробка отриманих результатів. За отриманими даними визначалося нормативне значення характеристик міцності бетону, яке відповідає найменшому контрольному значенню з достовірною ймовірністю 0,95. Ця величина була базовою для встановлення класу бетону по міцності на стиск. При цьому згідно рекомендацій норм коефіцієнт достовірності приймався $\beta = 1,64$.

Перевірочні розрахунки несучих будівельних конструкцій будівлі промислового призначення виробничого корпусу Є-3 з побудовою її моделі були виконані в ПК ЛИРА 9.4 з урахуванням

реальних фізико-механічних характеристик матеріалів та врахуванням реальних розмірів і технічного стану елементів будівлі, визначених інженерними обстеженнями та дослідженнями матеріалів. Розрахунок виконувався, як для чотирьохпрогінної рами.

Виконані розрахунки показали, що незважаючи на відхилення від вимог проекту по класах і марках основних несучих збірних залізобетонних конструкцій, а саме – бетон В20 (М250), В25 (М300) замість – по проекту В25 (М300), В30 (М400); несуча здатність консолей, ригелів, колон забезпечена. При виконанні перевірочних розрахунків не враховувались недопустимі за умов нормальної експлуатації пошкодження та дефекти конструкцій, оскільки такі конструкції підлягають підсиленню за спеціально розробленим проектом.

Дані випробувань фізико-механічних характеристик збірних залізобетонних колон, ригелів, плит перекриття та покриття наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні показники збірних залізобетонних колон,
ригелів, плит перекриття і покриття

№ з/п	Найменування показника	Усереднена міцність бетону, R_m , МПа	Коефіцієнт достовірності, β	Середнє квадратичне відхилення, σ , МПа	Нормативна міцність бетону, B , МПа
1.	Колони I-II поверхів	28,60	1,64	2,42	24,63
2.	Колони III поверху	30,56	1,64	3,59	24,67
3.	Збірні з/б ригелі I-III поверхів	32,47	1,64	1,93	29,30
4.	Збірні з/б плити I-II поверхів	28,01	1,64	2,37	24,12
5.	Збірні з/б плити III поверху	27,64	1,64	3,39	22,08

При розрахунку використане тимчасове рівномірно-розподілене навантаження на перекриття 10 кН/м^2 . При цьому несуча здатність в опорних перерізах ригеля забезпечена, хоча запас міцності мінімальний. Розрахунок колон показав, що використання даного навантаження максимально допустиме.

Розрахунок виконувався з врахуванням перерозподілу зусиль між опорними та прольотними згинальними моментами. В нелінійному розрахунку в ПК ЛИРА зафіксовано початок виникнення пластичних шарнірів в опорних перерізах ригеля.

Для визначення фізико-механічних властивостей цегли та розчину самонесучих стін було відібрано з 1-го по 3-й поверхи проби цегли та розчину безпосередньо з існуючих стін. При влаштуванні стін використовувалась звичайна глиняна червона цегла пластичного формування.

Міцність (марка) цегли визначалась шляхом дослідження відібраних зразків (штампів) у лабораторних умовах на пресовому обладнанні (преси ИП -1000, ПСУ-125, ПСУ-10) повірених 23.01.2013 року. Випробування проведено згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (EN 771-1:2003, NEQ); ГОСТ 8462-85,

В результаті виконаних випробувань і технічного обстеження встановлено, що цегла має середню міцність: $R_c^{сер} = 73,85 \text{ кгс/см}^2 = 7,385 \text{ МПа}$, що відповідає марці М 75, а конструкції цегляних стін знаходяться в стані II – задовільному.

Для випробування цементно-піщаного розчину згідно ГОСТ 5802-86, ДСТУ Б В.2.7-239:2010 (EN1015-11:1999. NEQ) з відібраних проб виготовляли дослідні зразки розміром $20 \times 20 \times 20$ мм. Зразки випробовувалися на гідравлічному пресі ПСУ-10 повіреному 23.01.2013 року.

У результаті випробування визначено, що середня міцність цементно-піщаного розчину складає: $R_p^{сер} = 50,23 \text{ кгс/см}^2 = 5,023 \text{ МПа}$, що відповідає М 50, а конструкції цегляних стін на цементно-піщаному розчині знаходяться в стані II – задовільному.

Ультразвуковий контроль якості зварних з'єднань опорних вузлів ригелів і колон з метою виявлення внутрішніх дефектів зварних швів (пор, тріщин, шлакові включення, не сплавлення та не проварів металу) проводився у відповідності з ГОСТ 25863-83, інструкції з експлуатації приладу, ГОСТ 10922-75 та ГОСТ 23858-

79, а оцінка якості згідно ГОСТ 10922-75 та ГОСТ 23858-79 такими засобами: ультразвуковим дефектоскопом УД 3-71, ультразвуковим товщиноміром ТУЗ-1 з перетворювачами П112-5×10/2-Т-003, П112-10×6/2-Т-003, П111-2,5-К12-003, повіреними 10.09.2013 року, а також ліхтар і фотоапарат "Nikon" (рис. 1, 2).



Рис. 1. Вузол з'єднання колони і ригеля по осі 19 ряд А/1 на відмітці +6,000 (Ф-1)



Рис. 2. Виявлення внутрішніх дефектів зварного шва в з'єднанні колони і ригеля по осі 19 ряд А/1 на відмітці +6,000, стержень правий (Ф-2)

Результати ультразвукового контролю якості зварних з'єднань опорних вузлів ригелів і колон наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати ультразвукового контролю якості зварних з'єднань опорних вузлів ригелів і колон

№ з/п	Прив'язка в плані			Тип зварного з'єднання	Діаметр арматури	Опис дефектів	Оцінка якості
	Вісь	Ряд	Арматура				
1.	19	A/1	ліва	стиківий шов	Ø36	не відповідає вимогам	бал 1
2.	20	A/1	ліва	стиківий шов	Ø36	в межах допуску	бал 2
3.	20	A/1	права	стиківий шов	Ø36	в межах допуску	бал 2
4.	26	Г/1	середня	стиківий шов	Ø36	в межах допуску	бал 2
5.	26	Г/1	права	стиківий шов	Ø36	в межах допуску	бал 2
6.	19	A/1	права	стиківий шов	Ø36	не відповідає вимогам	бал 1
7.	10	Е	права	стиківий шов	Ø36	не відповідає вимогам	бал 1
8.	10	Е	ліва	стиківий шов	Ø36	в межах допуску	бал 2

Аналіз результатів інженерних обстежень показує, що внаслідок тривалого перебування незавершеного будівництва будівлі промислового призначення виробничого корпусу Є-3 без належної консервації під дією навколишнього середовища та відсутність справного організованого відведення дощових вод привело до того, що будівельні конструкції отримали ряд дефектів та пошкоджень і це погіршило їх технічний стан та експлуатаційну

придатність (особливо в критичному стані колона першого поверху вісь 10Л ряд Б/1).

Додатковою причиною є недотримання технології при виготовленні збірних залізобетонних конструкцій – не витримана товщина захисного шару бетону конструктивної арматури.

Висновки та рекомендації

1. Результати виконаних інженерних обстежень показали, що внаслідок тривалого перебування незавершеного будівництва виробничого корпусу Є-3 без належної консервації під дією навколишнього середовища, при відсутності справного організованого відведення дощових вод, збірні залізобетонні конструкції отримали ряд дефектів та пошкоджень, які суттєво погіршили їх технічний стан і придатність до нормальної експлуатації.

2. При виконанні технічного обстеження збірних залізобетонних колон виробничого корпусу Є-3 виявлено з дефектами: I-ий поверх – 66 колон; II-ий поверх – 67 колон; III-ій поверх – 120 колон.

Підсилення поперечного перерізу колон по висоті пропонуємо виконати: I-ий поверх – 24 колони; II-ий поверх – 50 колон; III-ій поверх – 14 колон.

Рекомендуємо в технологічній частині будівельно-монтажних робіт робочого проекту ліквідації дефектів і підсилення збірних залізобетонних колон, при доведенні їх до нормального стану, передбачити:

- відокремлення відшарованого захисного шару бетону від робочої, конструктивної арматури;
- очищення шару корозії арматури механічним способом за допомогою піскоструменевої установки;
- виконання антикорозійного захисту арматури;
- влаштування захисного шару робочої, конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном, класом $B \geq 25$ при допомозі торкрет-установки;
- здійснення підсилення металоконструкціями з кутикового профілю і штрипсової полоси по висоті колон в колонах з відокремленим захисним шаром бетону від робочої арматури в кутах поперечного перерізу згідно з розробленим проектним рішенням;

- обтягнення сіткою-рабицею і виконання торкрет-штукатурки з наступним тинкуванням обрамлених (підсилених) колон металоконструкціями.

Окремого виду підсилення рекомендуємо виконати на колоні першого поверху вісь 10Л ряд Б/1, – проектом передбачити влаштування залізобетонної «сорочки»

3. При проведенні технічного обстеження збірних залізобетонних ригелів виробничого корпусу Є-3 виявлено з дефектами: I-ий поверх – 89 штук; II-го поверху – 105 штук; III-го поверху – 99 штук.

Рекомендуємо в технологічній частині будівельно-монтажних робіт робочого проекту ліквідації дефектів, при доведенні їх до нормального стану, передбачити:

- очищення ділянок залізобетонних поверхонь з корозією арматури і металевих закладних деталей за допомогою піскоструменевих установок;

- виконання антикорозійного захисту арматури, закладних деталей;

- влаштування захисного шару конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном (наповнювач – крупнозернистий промитий кварцовий пісок), класом В \geq 25 товщиною 5 – 10 мм при допомозі торкрет-установки;

- виконання захисного шару бетону на ділянках оголеної робочої арматури після їх очищення від корозії, згідно вимог серії виготовлення.

4. Технічним обстеженням збірних залізобетонних плит перекриття виробничого корпусу Є-3 (проекції на стелі з кроком 1500 мм) виявлено з дефектами: I-ий поверх – 359 штук; II-ий поверх – 330 штук; III-ій поверх – 354 шт.

Рекомендуємо в технологічній частині будівельно-монтажних робіт робочого проекту ліквідації дефектів, при доведенні їх до нормального стану, передбачити:

- очищення ділянок залізобетонних поверхонь з корозією арматури і металевих закладних деталей за допомогою піскоструменевих установок;

- виконання антикорозійного захисту арматури, закладних деталей;

- влаштування захисного шару конструктивної арматури дрібнозернистим бетоном (наповнювач – крупнозернистий

промийтий кварцовий пісок), класом $B \geq 25$ товщиною 5 – 10 мм при допомозі торкрет-установки;

- виконання захисного шару бетону на ділянках оголеної робочої арматури після їх очищення від корозії, згідно вимог серії виготовлення.

5. При виконанні технічного обстеження зовнішніх і внутрішніх стін з цегляної кладки виробничого корпусу Є-3 та лабораторного випробування зразків будівельних матеріалів та зразків цементно-піщаного розчину відхилення від вимог нормативно-технічної документації не виявлено.

Зовнішні і внутрішні цегляні стіни знаходяться в нормальному стані.

6. Проведеними дослідженнями збірних залізобетонних конструкцій колон, ригелів, плит перекриття і покриття з використанням не руйнівних методів встановлено, що усереднена міцність бетону збірних залізобетонних конструкцій колон I і II поверхів відповідає класу бетону B20 (M250), III поверху B25 (M300), а по проекту (оригіналам паспортів) – B25 (M300) та B30 (M400); усереднена міцність бетону збірних залізобетонних конструкцій ригелів, перекриття I, II поверхів і покриття III поверху відповідає класу B25 (M300), а по проекту (оригіналам паспортів) – B25 (M300) або B30 (M400).

7. За результатами розрахунків, для безпечної та довготривалої експлуатації корпусу, враховуючи короточасні перевантаження, рекомендується зменшити тимчасове експлуатаційне навантаження до 9 кН/м^2 .

8. При технічному обстеженні доступних зварних швів ванної зварки опорних вузлів ригелів та колон перевірених зовнішнім оглядом, виявлено: відсутність підрізів; відсутність тріщин; відсутність видимих порожнин, які виходять на зовні; відсутність ніздрюватості зварних швів; відсутність переривів зварювального шва; відсутність незаплавлених кратерів; наявність зварювальних напливів; наявність усадочних раковин наплавленого металу до 2 – 2,5 мм.

Вибірковим ультразвуковим контролем якості зварних з'єднань виявлено монолітність зварних з'єднань а в деяких місцях помічено наявність поодиноких внутрішніх газових і шлакових включень розмірами 1 – 1,5 мм, що відповідає вимогам ГОСТ 10922, тобто вони є придатними для подальшої експлуатації.

9. При виконанні геодезичних робіт по нівелюванню перекриття першого поверху сіткою 6000x9000 мм відносно умовного репера, $R = 0.000$, визначено фактичне перевищення (пониження) на кожному перетині осей і рядів корпусу:

- мінімальна висота перевищення $h_{\min} = +2$ мм;
- максимальна висота перевищення $h_{\max} = +58$ мм;
- мінімальна висота пониження $h_{\min} = -1$ мм;
- максимальна висота пониження $h_{\max} = -122$ мм.

При вибірково-доступному виміру відхилень колон по вертикалі по контуру корпусу встановлено:

- мінімальне відхилення по вертикалі $a_{\min} = 5$ мм;
- максимальне відхилення по вертикалі $a_{\max} = 50$ мм.

Результати виконаних геодезичних робіт засвідчують невідповідність допусків вимогам на монтаж збірних залізобетонних конструкцій згідно ДБН.

При виконанні окремого проектного рішення конструкції виробничого корпусу придатні для подальшої експлуатації.

1. НПАОП 45.2-1.01-98 Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд. Затверджено наказом №321288 від 27.11.1997р. Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України.

2. ДСТУ Б В.2.7-239:2010. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань. Мінрегіонбуд України (EN1015-11:1999. NEQ).

3. ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. Мінрегіонбуд України (EN 771-1:2003, NEQ);

4. ДСТУ БВ.2.7-43-96. Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови.

5. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. Мінбуд України.– Київ: 2006 – 79 с.

6. ДБН В.2.6. – 98: 2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Мінрегіонбуд України.– Київ: 2011 – 84 с.

7. Неразрушающие методы испытания бетона.– Москва: Стройиздат, 1985 г.

8. Рекомендации по определению прочности бетона эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77. – Москва : Стройиздат, 1985 г.