

УДК 624.012.25:539.386

**АВАРІЙНИЙ СТАН 9-ТИ ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ
У М. ВИННИКИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**STATE OF EMERGENCY 9-STOREY RESIDENTIAL BUILDING IN
VINNIKI, LVIV REGION**

Караван В.В., к.т.н., доцент; Борисюк О.П., к.т.н., професор
(Національний університет водного господарства та природокористування, м.
Рівне)

**Karavan V.V., candidate of technical sciences, docent; Borisyuk O.P.,
candidate of technical sciences, professor** (National University of Water and
Environmental Engineering, Rivne)

**Наведені результати обстеження новобудови 9-ти поверхового
житлового будинку в аварійному технічному стані, проаналізовані
основні дефекти і пошкодження конструкцій та причини аварійного
стану будівлі, подано рекомендації по усуненню його наслідків.**

The results of the survey of a new 9-storey two-section brick residential building on 70 apartments in sizes 18.2×60 m in an emergency technical condition are presented. On the building site there are complex engineering and geological conditions, namely: high groundwater level, the presence of weak soils. According to the results of the survey on the facade of the building were found vertical cross-cracks. On floors, cracks in the joints of reinforced concrete slabs of inter-flooring are fixed; cracks from the flooring are transferred to the load-bearing walls and partitions. The number of cracks and the width of their opening in the structures increased with increasing surface area. The nature of cracking and deformation of bearing structures indicates the subsidence of foundations and natural grounds under the building. The cause of uneven deformations of the building was the drilling of wells for the laying of a sheet piling directly at the foundation base of the end wall, which created the conditions for the weak soil extrusion of the natural ground from under the foundation of the wall. For the multistory building, according to the data of engineering geological and hydrological conditions, the arrangement of the laying of shallow strip foundation of prefabricated elements was not sufficiently substantiated and not effective. It is recommended that the load-bearing walls with cracks should be reinforced by the double-sided metal plates with stubs in the places where cracks occur.

Ключові слова:

Залізобетон, тріщина, цегла, розчин, стіна, перекриття, простінок.
Reinforced concrete, crack, brick, mortar, wall, flooring, partition.

У серпні-вересні 2017 року науковими співробітниками лабораторії будівельних конструкцій і споруд кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд НУВГП було проведено технічне обстеження основних несучих конструкцій (цегляних стін, плит перекриття та покриття, сходинок маршів і площадок, фундаментів) житлового будинку по вул. Академіка Сахарова, 146 у м. Винники Львівської області (див. фото 1) з метою визначення їх технічного стану, причин пошкодження та можливості виконання заходів по відновленню їх експлуатаційної придатності.



Фото. 1. Фасад будівлі з тріщинами на висоту поверхів

Конструктивне рішення будівлі. Будинок був зданий в експлуатацію у 2015 р. Конструктивна система будівлі – стінова, схема – перехресно-стінова. Дев'ятиповерховий двохсекційний житловий будинок на 70 квартир має розміри в осях $18,2 \times 60$ м. Будівля обладнана підвалом, відмітка чистої підлоги якого складає $-2,750$ м, має технічний поверх (горище), висота поверхів – 3 м. Відмітка верху будівлі становить $+32,100$ м.

Несучі зовнішні та внутрішні стіни мають товщину 510 та 380 мм і змуровані з повнотілої цегли на важкому розчині. Конструкціями перекриття і покриття є збірні залізобетонні багатопустотні плити товщиною 220 мм. Сходові марші та площадки – збірні залізобетонні. По несучим стінам підвалу та четвертого поверху влаштовані монолітні залізобетонні пояси.

Фундаменти під будівлею – стрічкові, мілкового закладання, зведені з бетонних фундаментних блоків, що влаштовані по залізобетонним фундаментним подушкам. Глибина закладання фундаментів від поверхні землі в середньому становить 3,8 м від відмітки планування землі. Навколо будівлі влаштоване вимощення з монолітного бетону.

За результатами вивчення геологічної будови ділянки, по матеріалам інженерно-геологічних вишукувань 2005 та 2017 р. було встановлено, що на будівельній ділянці мають місце складні інженерно-геологічні умови, а саме: високий рівень підземної води, наявність слабких ґрунтів і ґрунтів, що мають тиксотропні властивості. За матеріалами вишукувань 2005 р. ділянка характеризувалась наявністю двох водоносних горизонтів. Підземна вода першого від поверхні землі водоносного горизонту зафіксована на глибині 1,2-1,7 м. Підземна вода другого водоносного горизонту була присутня в ІГЕ-4 – супіску пластичному на глибині 5,5 м до глибини 9,5 м. Ця вода була напірною з висотою напору до 4 м.

Хронологія подій, що передували аварійному стану будівлі

У 2017 р. поряд з будівлею розпочалося будівництво багатоквартирного житлового будинку. Новобудова за проектом розташовується майже впритул до існуючої будівлі. Відмітка дна котловану новобудови – 271,5 м знаходиться вище відмітки закладання фундаменту будівлі – 269,7 м.

З метою недопущення впливу навантажень від новобудови на основу існуючої будівлі в проекті будівництва нової будівлі було передбачено влаштування загороджувальної шпунтової стіни із бурових паль діаметром 420 мм, розташованих в один ряд і занурених на глибину 9 м від рівня дна котловану новобудови. Влаштування шпунтової загорожі відбувалося вздовж торцевої стіни існуючої будівлі на відстані 0,8 м від краю стіни (0,05 м від краю подошви фундаменту цієї стіни). Буріння свердловин було розпочате 14.07.2017 р. і закінчене 21.07.2017 р.

19.07.2017 р. під час буріння однієї з свердловин була пошкоджена напірна водопровідна труба діаметром 150 мм. Пошкодження сталося на відстані 4 м від крайньої повздовжньої стіни будинку і орієнтовно на глибині 1,5 м від поверхні землі. До моменту ліквідації пошкодження з труби відбувся витік води протягом 5 хвилин. В період з 18 по 19 липня 2017 р. пройшли значні зливи. 20.07.2017 р. поступили скарги мешканців будинку на виникнення тріщин в їх квартирах.

Результати обстеження будівлі

За результатами візуально обстеження на фасаді будівлі були виявлені вертикальні тріщини у зовнішніх несучих стінах (див. фото 1). Вимощення по периметру будівлі частково зруйноване, у бетоні виникли тріщини від просідання основи та порушення технології влаштування. Поверхня вимощення на ділянках мала ухил в бік будівлі, що призводило до замокання конструкцій зовнішніх стін, між вимощенням та стінами будівлі зафіксовані значні зазори.

Бетонна підлога у підвалі будинку відсутня, ґрунт зворотної засипки не розпланований. У підвалі постійно наявна підземна вода, рівень якої вище рівня ґрунту засипки на 10-40 см і змінюється залежно від кількості атмосферних опадів. Конструктивні елементи стін підвалу зволожені, на їх поверхні присутні цвіль та грибок. Між фундаментними блоками у

вертикальних та горизонтальних швах були виявлені тріщини шириною розкриття до 2 мм, місцями напірна вода зруйнувала розчин кладки. У торцевій стіні підвалу, в результаті осідання фундаментів, між блоками виникли горизонтальні розриви в кладці величиною до 20 мм. Зовнішня вертикальна гідроізоляція фундаментних блоків бітумною мастикою виконана в один шар та неякісно.

При обстеженні несучих конструкцій надземної частини будівлі були виявлені тріщини по швам багатопустотних плит у міжповерхових перекриттях. Тріщини від перекриття переходять на несучі стіни та перегородки, велика їх кількість виявилась наскрізними (див. фото 2). У зовнішніх несучих стінах тріщини утворилися в простінках, над та під віконними пройомами (фото 2, 3). Візуальне обстеження виявило наявність тріщин у перегородках по поверхах будівлі, що утворились над дверними пройомами та під тріщинами у перекриттях.



Фото. 2. Тріщини у перекритті, що переходять на несучі стіни будівлі

Візуальний огляд будівлі та аналіз виявлених дефектів і пошкоджень у її несучих конструкціях вказав на загальну тенденцію збільшення кількості тріщин та ширини їх розкриття з підвищенням поверховості, при цьому саме конструкції 1-ї секції будинку зазнали найбільших ушкоджень. Так на 1...5-му поверхах 1-ї секції будівлі максимальна ширина розкриття тріщин у несучих стінах становила 7 мм, а з 6-го по 9-й поверх – 18 мм. Слід зауважити, що на 4-му та 5-му поверхах кількість та ширина розкриття тріщин у несучих конструкціях зменшувалась, що можна пояснити стримуючою дією влаштованого монолітного залізобетонного поясу на рівні

перекриття 4-го поверху. У перекритті 9-го поверху монолітний пояс відсутній, що негативно вплинуло на процеси утворення та розвитку існуючих тріщин. У будівлі ліфтово-сходові клітки з капітальними стінами є ядрами жорсткості, що стримало деформації у несучих конструкціях в центральній частині секцій і не допустило утворення тріщин у них.



Фото. 3. Тріщини у зовнішніх несучих стінах будівлі

Маяки, встановлені на тріщинах у стінах надземної частини на різних поверхах та парапеті будівлі, від 22.07.2017 р. та 01...09.07.2017 р. станом на 21.09.2017 р. засвідчили, що процес розвитку існуючих тріщин у стінах зупинився, цілісність маяків по будівлі з 17.08.2017 р. не була порушена. При обстеженні конструкцій будівлі 28.08.2017 р. та 21.09.2017 р. нових тріщин у них виявлено не було.

Висновки за результатами обстеження будівлі

Характер тріщиноутворення та деформацій несучих конструкцій вказує на просідання фундаментів та основ під будівлею.

За результатами розрахунків сумісних осідань основ та фундаментів будівлі середні розрахункові значення осідань стін не перевищили допустимих значень. Відносна різниця розрахункових осідань між фундаментами зовнішніх і внутрішньої несучих стін перевищує допустиме значення для геологічної ситуації будівельного майданчика в три рази.

Основною причиною виникнення нерівномірних деформацій будівлі було буріння свердловин для влаштування шпунтової стіни безпосередньо біля подошви фундаменту торцевої стіни. Буріння створило умови для витискування слабого ґрунту основи з під фундаменту стіни. Під час буріння внаслідок впливу додаткового тиску від ваги конструкцій ($p=230$ кПа) та тиску від власної ваги ґрунту ($\sigma_{zg}=47,2$ кПа) м'якопластичний суглинок почав витискуватись з під фундаменту у вільний простір

свердловин. Витискання ґрунту підсилювалось рухом напірної води другого водоносного горизонту. Це спричинило осідання фундаменту стіни, про що свідчать горизонтальні розриви у кладці бетонних блоків підвалу. Одночасно почався перерозподіл напружень в конструкціях будівлі з виникненням значних згинальних моментів і, відповідно, розтягуючих напружень у верхньому поясі будівлі, що призвело до утворення вертикальних і похилих тріщин в повздовжніх несучих стінах будівлі та розривів у міжповерхових перекриттях.

Слід відмітити, що для багатоповерхової будівлі, за даних інженерно-геологічних та гідрологічних умов, варіант влаштування стрічкових фундаментів мілкового закладання із збірних елементів не був достатньо обґрунтованим та не є оптимальним.

У зв'язку з тим, що на момент обстеження вже була влаштована шпунтова загорожа в основі між існуючим будинком та новобудовою, яка унеможлиблює вплив напружень від новобудови на основу існуючого будинку, будівельні роботи по зведенню новобудови дозволили продовжувати за умови, що відмітка днища котловану під новобудову не повинна бути нижче відмітки подошви фундаменту існуючого будинку. Для існуючої будівлі рекомендували виконати підсилення зовнішніх та внутрішніх несучих стін з тріщинами.

Рекомендації та рішення по виконанню підсилення

Для забезпечення несучої здатності та придатності до нормальної експлуатації кам'яних стін будівлі необхідно підсилити зовнішні та внутрішні несучі стіни з тріщинами.

Стіни з тріщинами 1...4-го поверхів будівлі рекомендовано посилити ін'єкцію цементно-піщаного розчину марки не нижче М100 на клейкій основі (типу «Ceresit») у тріщини під тиском 0,5-0,8 атм. Тріщини у несучих стінах по поверхнях будівлі, ширина розкриття яких менше за 2 мм, та тріщини у перегородках оштукатурити аналогічним розчином.

Зовнішні та внутрішні несучі стіни з тріщинами 5...9-го поверхів та технічного поверху будівлі рекомендовано посилити у місцях проходження тріщин двобічними металевими накладками на дюбелях. Для цього перед початком виконання робіт необхідно очистити місця підсилення у стінах в середині будівлі від штукатурки, матеріалів оздоблення, зруйнованих часток кам'яної кладки, пилу тощо, а поверхню зовнішніх стін на фасадах в місцях влаштування накладок відкрити до цегляної площини. У тріщини торкретувати цементно-піщаний розчин марки не нижче М100 на клейкій основі під тиском 0,5-0,8 атм. Накладки з листової сталі мінімального розміру -50×4 мм і довжиною з розрахунку заведення за тріщину у стіні на відстань не менше ніж 500 мм кріпити до конструкції стіни дюбелями 10×100 мм. Відстань між накладками по висоті стін має не перевищувати 500 мм. Після виконання робіт по підсиленню, металеві елементи захищаються від корозії шляхом оштукатурення цементно-піщаним розчином по сітці.

Крім робіт по підсиленню несучих конструкцій рекомендовано виконати наступні заходи:

- підняти на 500 мм від існуючої відмітки рівень чистої підлоги у підвалі;
- влаштувати (поновити) вертикальну гідроізоляцію зовнішніх стін підвалу будівлі на глибину 100 мм нижче за нову відмітку підлоги підвалу;
- закрити приямки по зовнішнім стінам підвалу будівлі з метою запобігання потраплянню води атмосферних опадів у підвал;
- розробити та влаштувати заходи для вентиляції (у т. ч. примусової) приміщень у підвалі будівлі;
- влаштувати вимощення по периметру будівлі поверх існуючого, шириною від грані зовнішньої стіни будівлі 1200 мм, забезпечивши при цьому зчеплення шарів нового та існуючого матеріалів;
- спланувати ґрунтову поверхню за межами вимощення з ухилом від будівлі, з метою відведення води атмосферних опадів
- продовжити спостереження за деформаціями будівлі по маякам, влаштованими у місцях проходження тріщин в несучих зовнішніх та внутрішніх стінах.

1. ДБН В.1.2-1-95 Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів. Державний комітет України у справах будівництва і архітектури. – Київ: 1995 – С. 22.

2. ДСТУ–Н В В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 44 с.

3. ДБН В.1.2-9-2008. СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 21 с.

4. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 30 с.

5. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ Мінрегіонбуд України 2009. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 79 с.

1. DBN V.1.2-1-95 Polozhennia pro rozsliduvannia prychny avarii (obvalen) budivel, sporud, yikh chastyn ta konstruktyvnykh elementiv. Derzhavnyi komitet Ukrainy u spravakh budivnytstva i arkhitektury. – Kyiv: 1995 – S. 22.

2. DSTU–N B V.1.2-18:2016 Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu. – Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2017. – 44 s.

3. DBN V.1.2-9-2008. SNBB. Osnovni vymohy do budivel i sporud. Bezpeka ekspluatatsii. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2008. – 21 s.

4. DBN V.1.2-14-2009. SNBB. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnykh konstruktsii ta osnov. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. – 30 s.

5. DBN V.2.1-10-2009 Osnovy ta fundamenty sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia. Kyiv Minrehionbud Ukrainy 2009. – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. – 79 s.