

ВПЛИВ СЕЙСМІЧНИХ ДІЙ НА ЗАЛІЗОБЕТОННІ КАРКАСИ СПОРУД ПІДВИЩЕНОГО РІВНЯ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

Банах А.В.

Запорізька державна інженерна академія
м. Запоріжжя, Україна

АНОТАЦІЯ: Наведено результати обстеження, розрахунку та аналізу напружено-деформованого стану блоку А будівлі бізнес-центру багатофункціонального громадського комплексу з об'єктами спорту, відпочинку та розваг у м. Запоріжжя, враховуючи впливи сейсмічних дій.

АННОТАЦИЯ: Приведены результаты обследования, расчёта и анализа напряжённно-деформированного состояния блока А здания бизнес-центра многофункционального общественного комплекса с объектами спорта, отдыха и развлечений в г. Запорожье, учитывая влияние сейсмических сил.

ABSTRACT: The results of the survey and calculation, as well as an analysis of the stress-strain state of Block A of building of business center of multifunctional public complex with sports, leisure and entertainment objects in Zaporozhye, including the influence of seismic forces are shown.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Залізобетонний каркас, просторова жорсткість будівлі, сейсмічні дії.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

Споруда унікальна для м. Запоріжжя, за призначенням і масштабом подібних об'єктів у місті немає; зводиться за оригінальним проектом. Будівництво ведеться на протязі 12 років, конструкції будівлі тривалий час перебували під впливом атмосферних опадів через відсутність ділянок перекриттів і стінового заповнення. Багатофункціональний громадський

комплекс в цілому на даний момент має клас відповідальності СС2, як об'єкт із скупченням великої кількості людей. Для таких об'єктів після прийняття норм [1, 2] необхідно виконувати розрахунок на сейсмічну дію з інтенсивністю 6 балів. Крім того, неодноразово змінювалося призначення багатьох приміщень, внаслідок чого збільшилося корисне навантаження на великі ділянки перекриттів в порівнянні з початковим проектом.

Мета роботи – аналіз напружено-деформованого стану несучих конструкцій блоку А будівлі бізнес-центру багатофункціонального громадського комплексу з об'єктами спорту, відпочинку і розваг за результатами обстеження та перевірки несучої здатності, жорсткості і стійкості.

МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Частково зведена будова блоку А має складну форму в плані з розмірами в крайніх осях 30×24 м, вписана у рельєф майданчика будівництва. Зовнішній вигляд будівлі представлений на рис. 1, план першого поверху – на рис. 2.

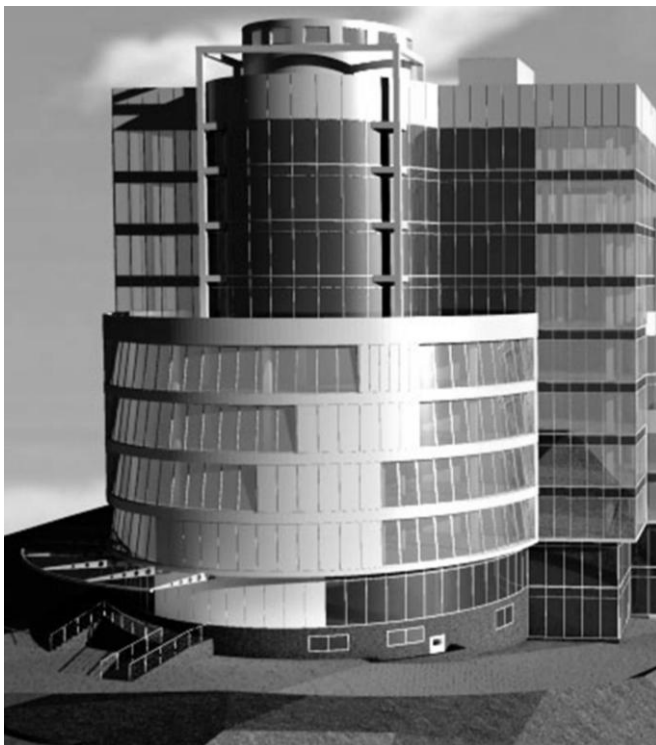


Рис. 1. Фасад блоку А будівлі бізнес-центру

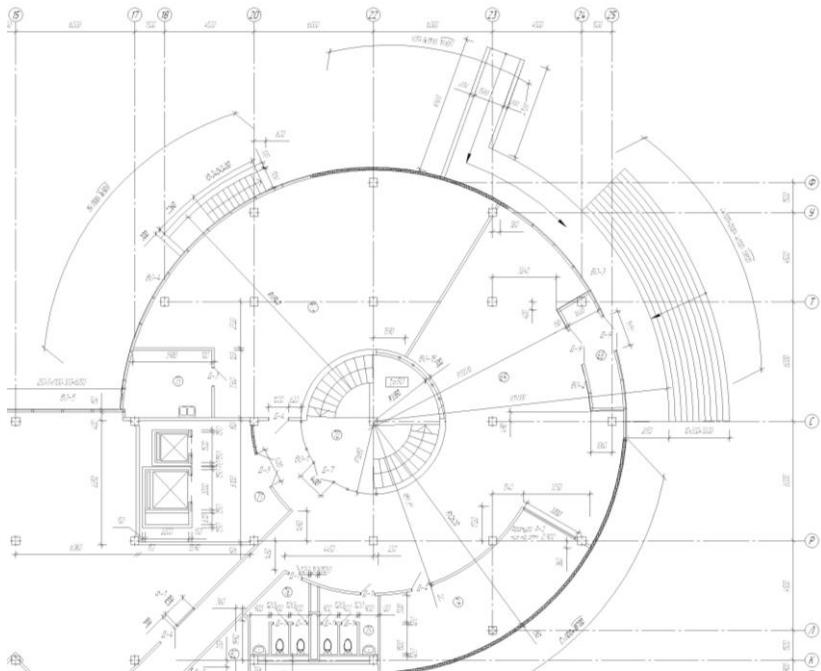


Рис. 2. План першого поверху блока А будівлі бізнес-центру

Майданчик будівництва знаходиться в Орджонікідзевському районі м. Запоріжжя недалеко від Набережної магістралі по вул. Немировича-Данченка. Місце будівництва – скельні береги невеликого озера, яке утворилося у результаті розробки скельної породи відкритим способом з наступним затопленням кар'єру. Основи складені скельними породами, що місцями виходять на поверхню. Скельні породи тріщинуваті у результаті вибухових робіт, що проводилися під час експлуатації кар'єру. Під усіма фундаментами виконана бетонна підготовка завтовшки 500 мм.

Фундаменти – залізобетонна суцільна монолітна фундаментна плита.

Будівля блоку А складна в плані, 9-поверхова, з цокольними поверхами, частково експлуатованою покрівлею, багатопрольотна. Конструктивне рішення – безригельний залізобетонний каркас із збірних елементів системи "КУБ-2,5" з металевими зв'язками та ядром жорсткості.

Колони – збірні залізобетонні перерізом 400×400 мм заввишки 3,3 м (на 1 поверх) і 6,6 м (на 2 поверхи), встановлені в монолітні залізобетонні підколони розмірами 1000×1000 мм.

Зовнішні стіни в підвальній частині – з монолітного залізобетону завтовшки 400 мм і армоцегляні товщиною 380 мм.

Стіни ядра жорсткості – з монолітного залізобетону завтовшки 400 мм.

Перекрыття і покриття – збірно-монолітні залізобетонні безбалкові зі збірними надколонними і міжколонними плитами заводського виготовлення, з монолітними ділянками і стиками, суцільні, завтовшки 160 мм. Покриття частково експлуатується, використовується у якості терас і видових майданчиків. Просторова жорсткість блоку А забезпечується спільною роботою жорстких дисків перекрыттів із колонами каркасу та ядром жорсткості, а також сталевими порталними і хрестовими зв'язками.

Будівництво бізнес-центру за початковим проектом 6346.03-01, розробленим ДПІ "Запоріжжягражданпроект", не було завершено, монтаж несучих конструкцій виконаний не повністю. У 2002 р. НВФ "Будіндустрія-Л" виконала роботи з випробування фрагментів перекрыття каркасу системи "КУБ-2,5" [3], у результаті яких зафіксовано, що перекрыття відповідають технічним умовам системи "КУБ-2,5" [4].

У 2007 р. Дніпропетровською філією "НДІпроектреконструкція" виконане інструментальне обстеження технічного стану конструкцій незавершеного будівництва будівлі з відбором і випробуванням проб, результати наведені в [5]. Загальний стан несучих конструкцій будівлі з урахуванням поточного етапу його зведення оцінений як задовільне.

У зв'язку із введенням ряду нових нормативних будівельних документів, а також із зміною власника, у 2009 і 2013 рр. Запорізькою державною інженерною академією були виконані обстеження і розрахунки несучої здатності споруди. У результаті тривалого простою незавершеного об'єкту виникли дефекти і деформації, що викликали відхилення від проектного положення деяких несучих конструкцій [5]. Крен стовпа колон склав 40 мм. Також відмічено відхилення від горизонтального положення диска перекрыття. На довжині 80 м за максимальним розміром плити в плані максимальна різниця відміток склала 60 мм. При дії вітровою і сейсмічною навантажень можливі додаткові горизонтальні зміщення.

При розрахунку будівлі враховані попередні деформації, накопичені будівлею за період простою в недобудованому стані. Така технологія формування розрахункових моделей будівельних об'єктів розроблена кафедрою міського будівництва і господарства ЗДІА і є оригінальною.

Відповідно до [5] характеристики міцності матеріалів несучих конструкцій відрізняються від проектних, що пов'язано з процесами корозії, вивітрювання, утворенням дефектів. При останньому обстеженні виявлені тріщини в деяких плитах перекрыття, що утворилися в результаті перевищення розрахункового навантаження унаслідок складування будівельних матеріалів або ударного навантаження при монтажі розташованих вище конструкцій. При розрахунку геометричні параметри перерізів із урахуванням дефектів і фізико-механічні характеристики мате-

ріалів за результатами випробувань відібраних зразків були відкориговані.

Фрагмент просторової розрахункової моделі блоку А будівлі бізнес-центру із урахуванням початкових деформацій представлений на рис. 3. Початкові дані, методика розрахунку і детальні результати представлені в [6, 7, 8].

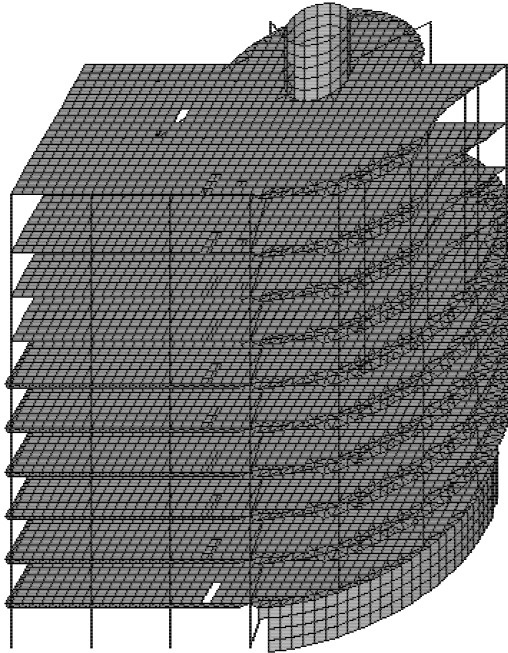


Рис. 3. Фрагмент розрахункової моделі блоку А будівлі бізнес-центру

Аналіз результатів розрахунку показав, що міцність прийнятих перерізів елементів колон, плит перекриттів і покриття, несучих стін навіть з урахуванням збільшених тимчасових і сейсмічних навантажень достатня. Максимальне стискаюче напруження виникає в залізобетонних стінах нижнього поверху і складає $3070,0 \text{ кН/м}^2$ при допустимих для бетону класу С12/15 $11500,0 \text{ кН/м}^2$. Максимальні розтягуючі напруження виникає в плитах перекриттів в зонах, прилеглих до деформаційного шва і отворів, в їх крайових консольних ділянках, і складають $840,0 \text{ кН/м}^2$ при допустимих для бетону класу С12/15 $1150,0 \text{ кН/м}^2$ [9, 10, 11].

Розрахунок за деформаціями показав, що сумарні прогини плит перекриттів і покриття від завантаження постійними і тимчасовими навантаженнями не перевищують гранично допустимих. Максимальний сумарний прогин плити покриття прольотом 6 м склав 27,6 мм, що також

менше допустимого 30 мм [12], проте при несприятливому поєднанні вказаних навантажень з сейсмічними силами граничне значення допустимого прогину буде перевищено. При найнесприятливішому напрямі вітрового навантаження (у південно-західному напрямі) горизонтальне переміщення стовпа колон від вітру склало 37 мм. З урахуванням попередніх деформацій 40 мм сумарне переміщення складає 77 мм, що менше гранично допустимого значення 79,8 мм [12]. Проте, при одночасній дії сейсмічних сил в тому ж напрямі, сумарні деформації значно перевищують допустиме значення. Максимальний перекіс плити перекриття складає 0,0015, що менше гранично допустимого 0,002 [12].

ВИСНОВКИ

Таким чином, із-за попередніх деформацій просторова жорсткість блоку А при прийнятій в первинному проекті системі зв'язків не забезпечується. Це викликано тим, що первинний проект не враховував нормативні навантаження згідно [13], а також вимоги [1, 2], оскільки створювався в роки, коли вказаних норм ще не існувало.

У результаті, було рекомендовано: 1) посилити сталевими елементами більшість колон нижніх поверхів в місцях надбудови, а також плити перекриттів і покриттів, особливо в місцях їх нарощування під збільшене корисне навантаження (у вигляді металевих ферм і балок з прокатних профілів); 2) встановити додаткові вертикальні зв'язки для забезпечення просторової жорсткості будівлі і запобігання подальшому нарощуванню горизонтальних деформацій; 3) виробити пристрій залізобетонної підпірної стінки з боку Набережної магістралі; 4) звести надземний паркінг (блок В), передбачуваний комплексним проектом.

У результаті введення у розрахункову модель вказаних конструкцій посилення, просторова жорсткість будівлі збільшилася в порівнянні з початковим розрахунком, сумарні прогини і переміщення із урахуванням сейсмічної дії не перевищують допустимих.

ЛІТЕРАТУРА

1. Будівництво в сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12:2006. – [Дійсний від 2007-01-02]. – Офіц. вид. – К.: ДП «Укрархбудінформ» : Мінрегіонбуд України, 2006. – 84 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).
2. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій і основ : ДБН В.1.2-14:2009. – [Дійсний від 2009-12-01]. – Офіц. вид. – К.: ДП «Укрархбудінформ» : Мінрегіонбуд України, 2009. – 43 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).

3. Испытания фрагментов перекрытия сборно-монолитного безригельного каркаса системы КУБ 2,5 на объекте «Спортивный комплекс с административным зданием по ул. Немировича-Данченко в г. Запорожье : Технический отчет. – Запорожье: НПФ «Стройиндустрия-Л», 2002. – 27 с.
4. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса КУБ 2,5. – М.: Госкомархитектуры Госстроя СССР : НПСО «Монолит» : ЦНИИПИ «Монолит», 1990.
5. Техническое заключение по инструментальному обследованию строительных конструкций незавершенного строительством здания по адресу: Украина, г. Запорожье, улица Немировича-Данченко. – Днепропетровск: НИИпроектреконструкция, 2007. – 34 с.
6. Расчет несущей способности конструкций административного здания по адресу: Украина, г. Запорожье, ул. Немировича-Данченко (незавершенное строительство) : Научно-технический отчет (договор по теме № 2-4у/2007). – Запорожье: ЗГИА, 2007. – 69 с.
7. Обследование технического состояния и расчёт строительных конструкций здания бизнес-центра многофункционального общественного комплекса с объектами спорта, отдыха и развлечений, расположенного по адресу: Украина, г. Запорожье, ул. Немировича-Данченко, 64 : Научно-технический отчет (договор по теме № 2-6у/2009). – Запорожье: ЗГИА, 2009. – 45 с.
8. Перевірка несучої здатності перекриття на відм. -3,300 об'єкту незавершеного будівництва за адресою: вул. Немировича-Данченка, 64 : Науково-технічний звіт (договір за темою № 2-4у/2013). – Запоріжжя: ЗДА, 2013. – 28 с.
9. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Дійсний від 2011-06-01]. – Офіц. вид. – К.: ДП «Укразхбудінформ» : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).
10. Кам'яні і армокам'яні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-162:2010. – [Дійсний від 2011-09-01]. – Офіц. вид. – К.: ДП «Укразхбудінформ» : Мінрегіонбуд України, 2011. – 98 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).
11. Основи і фундаменти споруд. Основні положення проектування : ДБН В.2.1-10-2009. – [Дійсний від 2009-07-01]. – Офіц. вид. – К.: ДП «Укразхбудінформ» : Мінрегіонбуд України, 2009. – 86 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).
12. Прогини і переміщення : ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Дійсний від 2007-01-01]. – Офіц. вид. – К.: ДП «Укразхбудінформ» : Мінрегіонбуд України, 2006. – 10 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).
13. Навантаження та дії: норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006. – [Дійсний від 2006-01-01]. – Офіц. вид. – К.: ДП «Укразхбудінформ» : Мінрегіонбуд України, 2006. – 78 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).

Стаття надійшла до редакції 27.03.2013 р.