

ДОСВІД ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕФЕКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЦЕСІ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ

Історія питання та постановка задачі.

У жовтні-листопаді 2001 року перед Лабораторією ефективних будівельних конструкцій Вінницького державного технічного університету була поставлена задача запропонувати ефективний варіант підсилення фундаментів незавершеної будівництвом споруди по наданню послуг населенню по вул. Лермонтова, 173, м. Вінниці.

Споруда по наданню послуг населенню 4-х поверхова, із підвалом висотою 3,56 м і мансардним поверхом висотою від 2,0 до 5,5 м. Вона була прибудована до триповерхового житлового будинку 1990 року забудови й одно-двоповерхової торгівельно-офісної частини у 1998 році і до теперішнього часу будівництво її не завершене (відсутні оздоблювальні роботи, підлога, заповнення вікон та дверей, сантехнічні роботи). Прибудову виконано без деформаційних швів та з додатковим навантаженням на стіни існуючих споруд.

За початковим проектом споруда була запроектована як триповерхова. У подальшому проект двічі корегувався, результатом чого є надбудова четвертого і мансардного поверхів, але при цьому не виконувалось перерахунок та підсилення фундаментів.

Попередньо проведені обстеження технічного стану (фірма "Архітектон" м. Вінниця, 2000 р.), а також додаткові обстеження 2001 року НДІ ЕфБК означеного комплексу показали, що:

- несучі конструкції споруди та будівель, до яких вона прибудована, знаходяться у задовільному стані, незначні деформації та тріщини спостерігаються тільки у сходовій клітині, що безпосередньо примикає до триповерхового житлового будинку;
- тиск по підшві фундаментів в випадку добудови споруди і введення її в експлуатацію для усіх несучих стін перевищує розрахунковий опір ґрунту і його несучу спроможність, що не допускається нормами;
- фундаменти споруди у випадку її повної добудови та здачі в експлуатацію потребують підсилення;
- оскільки споруда з надання послуг населенню прибудована без деформаційних швів до споруд значно меншої висоти, то в разі її додаткових деформацій при добудові й уведенні у експлуатацію можливі пошкодження існуючих будівель.

Конструктивне рішення будівлі.

У конструктивному відношенні будівля являє собою чотириповерхову споруду з несучими стінами з цегли, із шатровою

покрівлею з дерев'яних крокв і мансардним поверхом. Перекриття виконані з збірних залізобетонних пустотних панелей (перекриття над четвертим поверхом - монолітне залізобетонне по металевих балках) У рівні перекиртітв кожного поверху (під плитами перекиртітв) влаштовані залізобетонні пояси висотою 220 мм (4 пояси). Плити перекиртітв спираються на несучі стіни по поперечних осях. Покртітв з алюмінієвого профілю по дерев'яних кроквах.

Фундаменти стрічкові з збірних залізобетонних плит і фундаментних блоків з різною глибиною закладання. Блоки стін підвалу по усіх стінах мають ширину 0,5 м. У якості зворотної засипки фундаментів використовувалась підсипка з щебеню, яка має товщину від підшови фундаментів до низу підлоги підвалу. Відповідно до глибини закладання фундаментів ця товщина змінюється від 0,3 до 1,2 м. Під підшовою фундаментів щебеневої подушки немає.

Стан конструкцій фундаментів добрий. Товщина підлоги підвалу коливається в межах від 150 до 200 мм.

Основою фундаментів є ґрунт ІГЕ 2 – суглинок сірувато-бурий, туго пластичний з характеристиками: $\gamma_{II} = 18,4 \text{ кН/м}^3$; $w = 0,24$; $I_p = 0,13$; $I_L = 0,31$; $c_{II} = 13 \text{ кПа}$; $\varphi_{II} = 21^\circ$; $E = 8 \text{ МПа}$ (у складі попередніх досліджень були виконані інженерно-геологічні вишукування ґрунтів майданчику будівництва). Ґрунтові води зустрічаються на позначці $-4,6 - 5,0 \text{ м}$ від поверхні ґрунту. Максимальний підйом рівня ґрунтових вод відповідає глибині від підшови фундаментів $-1,0 \text{ м}$. Прогнозний підйом рівня ґрунтових вод $0,05 \text{ м/рік}$.

Запропоноване рішення з підсилення фундаментів.

У якості способу підсилення фундаментів пропонується улаштування монолітної залізобетонної плити вище підлоги підвалу з жорстким з'єднанням із бетонними блоками стін підвалу.

Улаштування такої плити призведе при збільшенні навантаження до передачі частини додаткового тиску на ґрунт під підлогою підвалу. Крім того, конструкція плити буде давати опір випиранню ґрунту з-під підшови фундаментів, якщо під окремими стінами тиск перевищить його несучу спроможність.

Запропоноване рішення передбачує мінімальну кількість розбирань вже існуючих конструктивних елементів.

Анкерування конструкції плити у бетонні блоки для забезпечення сумісної роботи з існуючими конструкціями запропоноване з використанням сучасних технологій і матеріалів.

Запроектована конструкція фундаментної плити

Монолітна залізобетонна плита улаштовується по усій площі підвалу за виключенням приміщень сходової клітини і ліфтової шахти. Вона розбивається внутрішніми несучими стінами по осях на три відсіки.

По периметру плити і її окремих відсіків улаштовується жорстке защемлення у блоки стін підвалу за допомогою арматурних стержнів, анкерованих на спеціальному клеючому композиті Sikadur 53. Використання

цього композиту дозволяє звести до мінімуму (10-12 см) глибину анкерування стержнів у бетоні, і, таким чином, позбавитись від наскрізного пробивання фундаментних блоків. Міцність анкерного з'єднання була перевірена у лабораторії ЕФБК ВДТУ дослідним шляхом.

Конструктивне рішення вузла анкерування приведенне на рисунку 1.

Максимальне значення ширини плити $B=14,0$ м, максимальне значення довжини плити $L=18,0$ м. Товщина плити прийнята рівною $0,4$ м.

Розрахунок фундаментної плити з врахуванням піддатливості основи.

Загальне навантаження на кожен з відсіків плити й тиск по підшві плити у припущенні рівномірного розподілу навантаження по усій її площі (без урахування різної жорсткості окремих ділянок і піддатливості ґрунту основи) приведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Навантаження на фундаментну плиту й тиск по підшві плити при умові його рівномірного розподілу

Розрахунковий відсік	Розміри відсіку	Сумарне нормативне навантаження на відсік, кН	Сумарне розрахункове навантаження на відсік, кН	Розрахункове значення тиску по підшві плити у межах відсіку, кПа
1	7,0x14,0	9533	10887	111
2	6,5x11,5	6595	7533	100
3	4,5x13,5	7020	7993	132

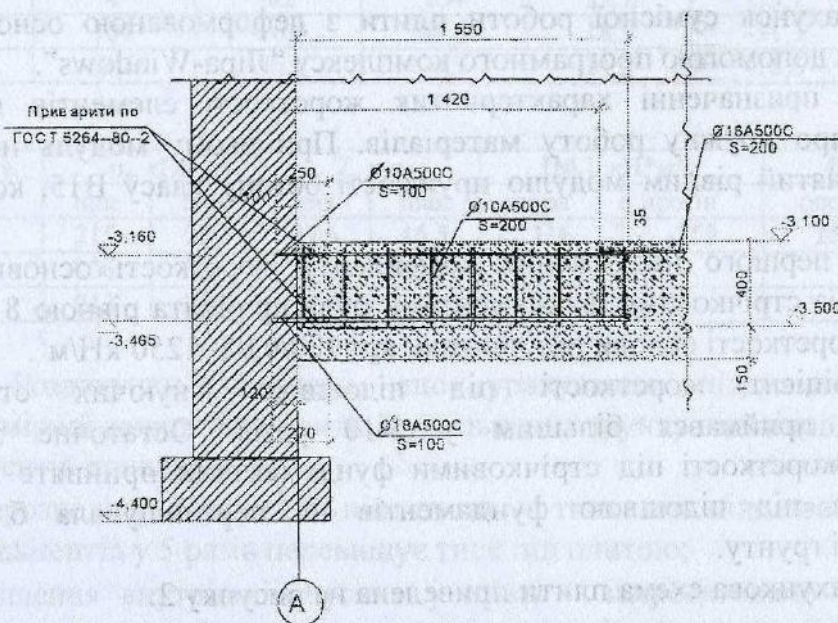


Рисунок 1 – Конструкція анкерування плити у блоки стін підвалу

При виборі розрахункової моделі ґрунту основи і методу розрахунку осадок використовувались рекомендації норм [1].

Розрахунок осадок для першого наближення коефіцієнту жорсткості основи виконувався як для суцільної плити під усю будівлю розмірами в плані 14x18 м. Нормативне значення загального навантаження від усієї будівлі (з урахуванням ваги сходової клітини і ліфтової шахти) на плиту складає 24370 кН. Тиск під подошвою плити від нормативного навантаження $p=98,5$ кПа.

Значення осадки $s=9$ см не перевищує допустимого значення $s_0=15$ см.

Розраховане значення осадки є завищеним, оскільки не враховує того факту, що частина навантаження вже протягом близько трьох років передається на ґрунт, в результаті чого модуль деформації ґрунту під подошвою існуючих фундаментів під стіни суттєво збільшився (у 5-10 разів). Значення осадки уточнювалось при подальших розрахунках плити як конструкції на пружній основі з урахуванням:

- піддатливості основи;
- різних модулів деформації під існуючими стрічковими фундаментами і під рештою площі плити;
- різних жорсткостей конструкції плити у місцях розташування існуючих стрічкових фундаментів і у проміжку між ними.

Попередній розрахунок армування плити був виконаний як для конструкції, защемленої по контуру, при умові рівномірного розподілу реактивного опору ґрунту по площі.

Розрахунок сумісної роботи плити з деформованою основою був виконаний за допомогою програмного комплексу "Lira-Windows".

При призначенні характеристик жорсткості елементів прийняте допущення про пружну роботу матеріалів. При цьому модуль пружності бетону прийнятий рівним модулю пружності бетону класу В15, коефіцієнт Пуассона 0,2.

Для першого наближення коефіцієнту жорсткості основи осадка плити разом із стрічковими фундаментами була прийнята рівною 8 см. Тоді коефіцієнт жорсткості основи під плитою $k_z=100/0,08=1250$ кН/м³.

Коефіцієнт жорсткості під подошвою існуючих стрічкових фундаментів приймався більшим у 5-10 разів. Остаточне значення коефіцієнту жорсткості під стрічковими фундаментами прийняте з умови, щоб напруга під подошвою фундаментів не перевищувала б несучої спроможності ґрунту.

Розрахункова схема плити приведена на рисунку 2.

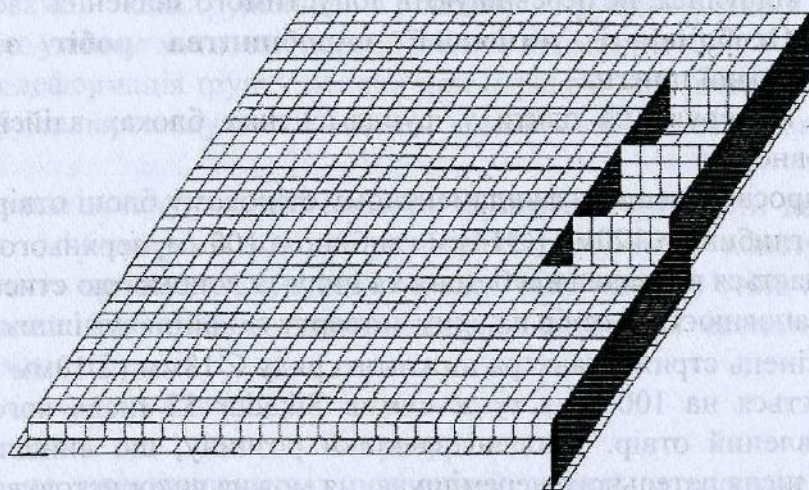


Рисунок 2 – Розрахункова схема фундаментної плити

Несуча здатність перерізів плити визначалась згідно до [2,3].
Результати розрахунків представлені у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати розрахунку сумісної роботи плити
з піддатливою основою

№ відсіку	M_x , кН*м/м			M_y , кН*м/м		
	1 опора	прогін	2 опора	1 опора	прогін	2 опора
1	4	-82	104	33,7	-53,1	52,0
2	104	-56,4	64,6	18,5	-31,3	-5,5
3	64,6	-36,4	-4,5	14,3	-18,6	12,9

№ відсіку	σ_z , кПа		Z , мм		$[M_x]$, кН*м/м		$[M_y]$, кН*м/м	
	min	max	min	max	опора	прогін	опора	прогін
1	215	289	29,6	46,5	316	-158	253	-49
2	206	273	32,2	40,7				
3	213	294	33,9	47,3				

Розрахунки показали, що урахування піддатливості основи, нерівномірної жорсткості плити й ущільнення ґрунту під подошвою існуючих фундаментів приводить до:

- перерозподілу тиску під подошвою – тиск під подошвами стрічкових фундаментів у 5 разів перевищує тиск під плитою;
- зменшення внутрішніх зусиль у плиті – запроектоване конструктивне рішення плити забезпечує сприйняття внутрішніх зусиль з урахуванням їх перерозподілу;
- зменшення осадок ґрунту основи – осадки окремих точок плити знаходяться у межах 2,9-4,7 см.

Додаткові деформації плити навіть разом з осадками фундаментів, що вже відбулися, не перевищують допустимого значення.

Особливості технології виробництва робіт з улаштування фундаментної плити.

Анкерування плити у фундаментних блоках здійснюється у такій послідовності:

- просвердлений у фундаментному стіновому блоці отвір нижнього ряду Ø22мм глибиною 120мм (Ø14мм глибиною 100мм, верхнього ряду), ретельно прочищається від залишків бетону та пилу за допомогою стисненого повітря;
- заповнюється отвір на одну четверту глибини сумішшю Sikadur 53;
- кінець стрижня анкера нижнього ряду Ø18мм (Ø10мм верхнього ряду) занурюється на 100мм у ту ж суміш Sikadur 53 після чого забивається у підготовлений отвір. Зчищені залишки розчину, що вийшли на поверхню бетону, після ретельного перемішування можна використовувати повторно.
- роботи виконуються при температурі не нижче 15⁰ С;
- встановлюються каркаси плити та їх поздовжня арматура зварюється з анкерними стрижнями;
- приварювання до анкерів арматурних каркасів дозволяється не раніше ніж через 24 години від приготування розчину Sikadur 53.

Бетонна суміш для виконання робіт із бетонування монолітної плити повинна задовольняти наступним вимогам:

- готуватись з використанням пластифікаторів і уповільнювачів початку тужавіння;
- осадка конуса повинна бути не менше 24 см (бетон, що самоущільнюється);
- клас бетону має бути не нижче В25.

Орієнтовний склад бетонної суміші:

Цемент М500	380кг
Щебінь 5-25	1150кг
Пісок річковий	580кг
Зола-винос	80кг
Вода	155л
Пластифікатор Viscocrete 3	3,8л
Уповільнювач початку тужавіння Sika Retarder	3,8л

Бетонна суміш доставляється до місця бетонування засобами, що не допускають витікання цементного молока, необхідно зберігати суміш від попадання в неї атмосферних опадів і від замерзання.

Висновки.

1. Запропоноване конструктивне рішення фундаментної плити задовольняє умовам міцності, передбаченим нормами.
2. Додаткова деформація ґрунту основи при передачі навантаження через плиту не буде перевищувати 5 см, що задовольняє вимогам існуючих норм.
3. Запропоноване конструктивне рішення фундаментної плити дозволяє звести до мінімуму кількість розбирань існуючих конструкцій, трудомісткість процесів анкерування конструкції плити у стіни підвалу і, отже, може вважатись оптимальним за основними економічними показниками.

Література

1. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) НИИОСП им. Герсеванова.-М.:Стройиздат,1986.-415с.
2. СНИП 2.03.01-84 Бетонные и железобетонные конструкции.-М.: Госстрой СССР, 1985.-80с.
3. Методические рекомендации по уточненному расчету железобетонных элементов с учетом полной диаграммы сжатия бетона/НИИСК.-Киев. 1987.

УДК 692.115+69.001.5

В.С.Шокарев, И.В. Степура, А.С. Трезуб, А.В.Павлов

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Многоплановость задач при реконструкции зданий, обусловленных перепланировкой помещений, надстройкой этажей, заменой ветхих конструкций, перепрофилированием и др., определяет необходимость применения различных технических решений, например, устранения кренов зданий, усиления фундаментов, закрепления грунтов оснований и т. д. НИИСК разработаны и широко применяются перечисленные геотехнические решения как при восстановлении деформированных зданий, так и при их реконструкции.

Деформации зданий, в т.ч. крены, происходят по различным причинам, но чаще из-за неравномерных деформаций оснований, сложенных структурно неустойчивыми грунтами, дающими осадки при их замачивании. Поэтому при реконструкции накренившихся зданий необходимо устранить крены, усилить фундаменты, либо выполнять закрепление грунтов оснований.