

Досвід ліквідації аварійного стану стрічкових фундаментів

Лобзіна О.М., Лобзін М.В.

Львівський філіал «НДІпроектреконструкція», м.Львів

Гладишев Г.М.

Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів

Представлений аналіз причин та методи ліквідації аварійного стану будівель та споруд, який спричинений руйнуванням ґрунтів основи під стрічковими фундаментами техногенними водами. Варіанти підсилення аварійних ділянок стрічкових фундаментів дають можливість забезпечення швидкого та практично безпечного проведення робіт по їх ремонту.

Вступ. На превеликий жаль, у наш час виникають випадки вимивання (руйнування) ґрунтів основ з під підшов фундаментів будівель і споруд внаслідок методичного та тривалого в часі впливу техногенних і природних вод. Причина одна – незадовільний (аварійний) стан мереж водопостачання та водовідведення будівлі та недостатньо глибоке вивчення інженерно-геологічних умов ґрунтів ділянки забудови.

До аварійного стану фундаментів і, як наслідок, самих будівель та споруд, у більшості випадків призводять:

- руйнування елементів водопостачальних та водовідвідних мереж спричинене закінченням терміну їх експлуатації;
- порушення умов експлуатації мереж;
- механічні пошкодження елементів мереж;
- наявність внутрибудинкових колодців водовідвідної системи;
- «сліпі» підключення до мереж;
- відсутність елементів чисток на трубах мереж;
- замулення труб;

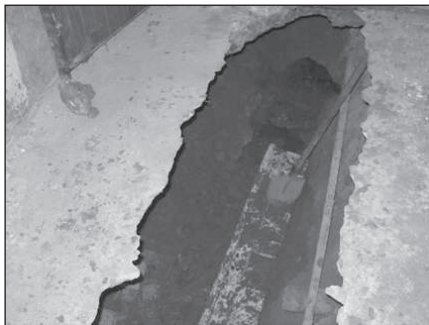
- неможливість забезпечення існуючими мережами потреб мешканців за рахунок некоректно виконаної реконструкції із збільшенням житлової площі за рахунок надбудови або прибудови до існуючих будівель і споруд;
- відсутність організованого відведення атмосферних опадів: дощової каналізації, фахового планування прибудинкової території;
- руйнування вимощення по периметру будівель і споруд, які виконані по недостатньо ущільненому ґрунту зворотної засипки.

Всі ці вищезгадані причини призводять до вимивання (руйнування) ґрунтів основ. Ці процеси є довготривалими в часі і такими, які нелегко виявити на початкових етапах розвитку та вчасно ліквідувати.

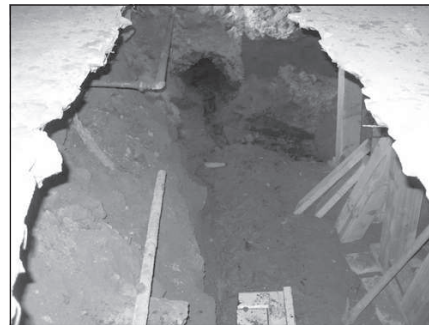
Особливо ускладнює процес їх виявлення наступні умови:

1. Відсутність доступу до підвальних приміщень працівників ЖКХ, а у деяких випадках і самих мешканців;
2. Відсутність у будівлях та спорудах підвальних приміщень;
3. Улаштування у підвальних приміщеннях монолітних бетонних або залізобетонних конструкцій підлог, які унеможливають спостереження за процесом зволоження ґрунту, за ділянками його просідання та вимивання.

В зв'язку з вищезгаданими умовами можемо спостерігати тільки останні етапи розвитку цього процесу: провали підлог над вимитим ґрунтом основи (рисунок 1), втрату несучої здатності фундаменту і, як наслідок, утворення тріщин у несучих конструкціях та кладці стін та їх руйнування.



а)



б)

Рисунок 1. Руйнування каналізаційної труби (а), вимивання ґрунту основи, провал бетонної підлоги (б)

Первинною фазою процесу руйнування основи фундаменту, яку можна спостерігати, є виникнення та розвиток тріщин з подальшою втратою

геометричної та просторової цілісності будівлі чи споруди та її окремих елементів.

Зустрічаються випадки, коли в підвальних (цокольних) приміщеннях або на прибудинковій території виникають провали. Особливо небезпечними є випадки, коли конструкція підлоги підвалу (цокольного поверху) здатна тимчасово забезпечити несучу здатність та необхідну вертикальну жорсткість над місцем аварійної ділянки вимивання. В такому випадку про існування аварійної ситуації можна дізнатися тільки тоді, коли конструкція підлоги втрачає несучу здатність при критичному збільшенні розмірів аварійної ділянки вимитого ґрунту і тоді відбувається її фізичне руйнування. Внаслідок цього сам процес вимивання можемо спостерігати в самій останній фазі втрати несучої здатності елементів конструкцій і, як наслідок, їх руйнування. Така сама ситуація виникає і з прибудинковою територією, на якій наявність якісних замощень або тротуарів навколо будівель і споруд, автотранспортних шляхів віддаляють у часі момент виявлення та ліквідації незадовільного стану мереж та наслідки їх експлуатації.

Постановка завдання. Метою даної роботи є розробка методу швидкої та ефективної ліквідації наслідків вимивання ґрунтів основи під фундаментами.

Спробуємо класифікувати вплив аварійного стану мереж на технічний стан ґрунтів основи, на забезпечення надійної роботи стрічкових фундаментів та методи усунення їх небезпечного або аварійного стану [1, 2]:

1. Вчасне виявлення аварійного стану мереж та його усунення не призводить до погіршення умов експлуатації будівлі. Вимивання ґрунтів основи та ознаки руйнування конструкцій будівлі не відбулися. Своєчасний ремонт мереж забезпечує цілісність і стійкість споруди.
2. Аварійний стан мереж призводить до виникнення несприятливих умов для ґрунтів основи та несучих конструкцій – ґрунти основи поступово стають водонасиченими і знижують свою несучу здатність [3]. Внаслідок цього відбувається зменшення несучої здатності фундаментів на обмеженій або на значній його довжині. Для ліквідації такого стану у більшості випадках достатньо усунути джерело зволоження ґрунту основи. Відбудеться природній перерозподіл вологи в ґрунті і часткове відновлення його властивостей. В залежності від конструктивної штивності будівлі, чи самого стрічкового фундаменту, можливий перерозподіл напружень під подошвами фундаментів. При недостатній штивності будівлі і фундаменту можливі нерівномірні осадки ділянок фундаментів внаслідок нерівномірної осадки площини основи [4]. Необхідно передбачити конструктивні рішення для підвищення штивності будівлі або споруди та інші необхідні заходи за їх станом.

3. Через тривалий час зволоження ґрунту відбувається водонасичення та суфозія ґрунту. Суфозія (механічна) - це природний процес відриву і виносу дрібних мінеральних часток породи (глинистих, піщаних) за рахунок фільтрації через неї води. Наслідки цього процесу – обмежені за об'ємом порожнини під фундаментом та неминуча втрата несучої здатності ґрунту основи. Шляхи ліквідації цього стану – ліквідація причин замокання ґрунту з подальшими ін'єкціями (під тиском) цементного розчину під існуючі фундаменти, в залежності від обставин (див. п.2 - методи усунення незадовільного стану будівлі або споруди).
4. Виникнення невеликих порожнин (до 0,5 м) під існуючими фундаментами. Шляхи ліквідації такого стану - ліквідація джерел зволоження та подальше заповнення порожнин бетоном.
5. Виявлення провалів ґрунтів основи під фундаментами та оголення значних ділянок фундаментів. Переважно на цій стадії починаються незворотні процеси руйнування в несучих конструкціях, які можуть призвести до самих не передбачуваних наслідків. Наслідки цього процесу слід ліквідувати індивідуальними конструктивними рішеннями для усунення фактичного стану будівлі або споруди [2].

Результати досліджень. Розглянемо деякі характерні випадки з практики, та конструктивні рішення, які дозволили оперативно ліквідувати за фактичним станом щитовості будівлі зависання фундаментів над значними за розмірами ділянками вимивання ґрунтів основи з під них.

Як показала практика досліджень виявлених провалів ґрунту під фундаментами із зависанням оголених значних їх ділянок, такі аварійні випадки можна поділити на дві групи в залежності від конструкції фундаментів, а саме: з бетону (бутобетону) та бутові [5].

Фундаменти з бетону (бутобетону). Аварійні ситуації з бутобетонними фундаментами в історичній забудові м.Львова зустрічаються в меншій кількості ніж з бутовими через те, що такі технології виготовлення фундаментів були впровадженні відносно недавно – орієнтовно наприкінці ХІХ – поч.ХХ ст. Конструкція фундаментів переважно була такою – в котлован під стіни будівлі заливали дрібний бут з розчином і після цього, через деякий час, виконували мурування стін підвалу.

Розглянемо конкретний випадок ліквідації провалу ґрунту під таким типом фундаментів (рисунок 1) через зруйновану систему водовідведення. Ґрунти основи під фундаментами відсутні внаслідок тривалого в часі вимивання на глибину до 3,5-4,0 м по довжині фундаменту (рисунок 2).

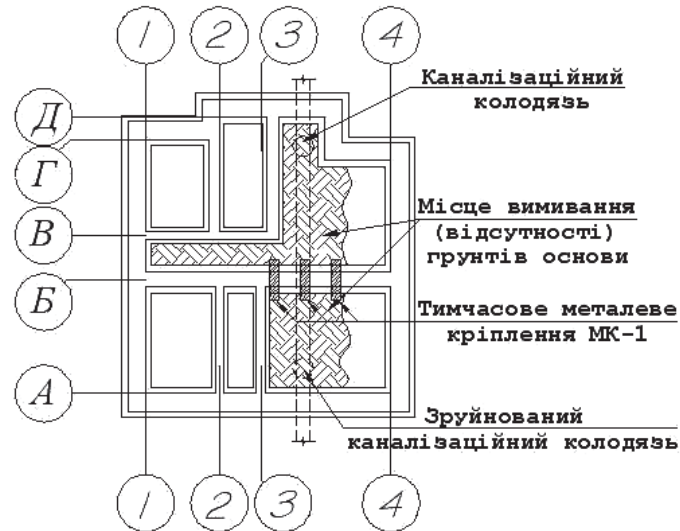


Рисунок 2. Ситуаційна схема №1 місць вимивання ґрунту в межах будівлі

Вимивання ґрунтів основи відбулось по осі «Б» в осях «3»-«4». Для ліквідації такого аварійного стану були розроблені наступні конструктивні заходи (рисунок 3).

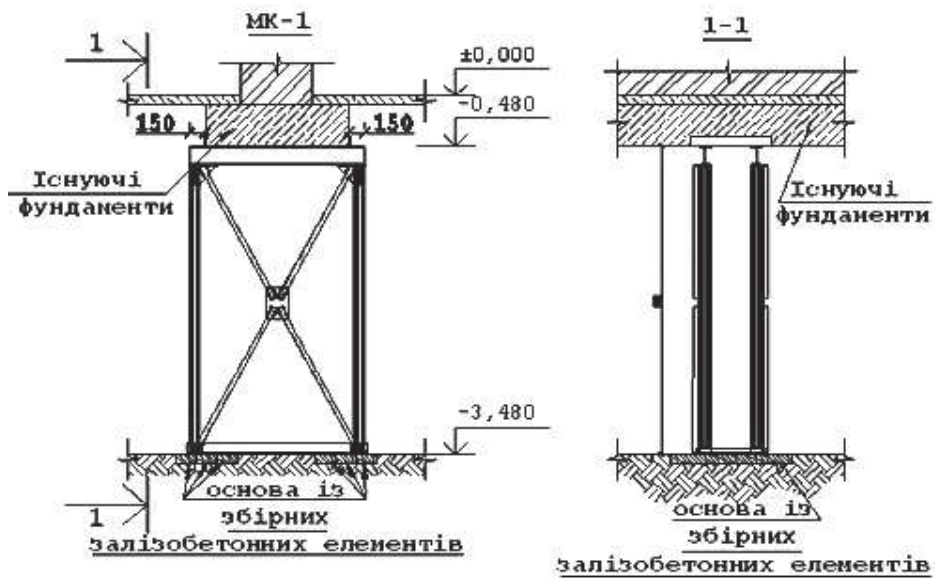


Рисунок 3. Ситуаційна схема №1. Кріплення МК-1

Для встановлення проектного кріплення була розроблена наступна послідовність робіт:

1. Проаналізована конструктивна штивність будівлі і самого стрічкового фундаменту на ділянці зависання, можливий перерозподіл напружень під подошвами фундаментів за виявленим його станом. Штивність будівлі та фундаменту виявилися достатніми. Ділянка фундаменту над провалом на діючі навантаження мала практично граничну несучу здатність за рахунок його монолітності та розпорів, які сприймалися його торцевими ділянками.
2. Виконали розрахунок необхідної площі залізобетонних плитних елементів для передачі навантаження від будівлі на фактичний рівень ґрунтів основи (дно котловану). При розрахунках враховували вільну довжину фундаменту та фактичний кут внутрішнього тертя ґрунту.
3. Наступним етапом було виготовлення самого кріплення МК-1 (рисунок 3).
4. Воно складалося з двох жорстких металевих рам та залізобетонної плити для передачі навантаження на основу. Плита розрахована на згин та продавлювання під стійками рами.
5. Порядок включення кріплення в роботу був наступним:
 - трамбування водонасиченого піщаного ґрунту в місце улаштування плити із збірних залізобетонних елементів. Улаштування плити виконується на підливку з цементного розчину для вирівнювання основи. Підводка під кутом двох металевих рам, які виготовлені з фіксованим запасом по довжині. Фіксація рам на подошві фундаменту та стягування їх стійок у нижній частині до проектного положення. В зв'язку з тим, що бутобетонний фундамент був однорідним і правильної геометричної форми, між ригелями металевих рам змонтували фіксуючі підтримуючі елементи з кутників;
 - після встановлення всіх елементів кріплення в проектне положення було виконане пошарове трамбування піщаної засипки (рисунок 4) до рівня, який був недостатній для подальшого трамбування піщаної засипки. Виконується монтаж опалубки та бетонування порожнини між подошвою фундаменту та засипкою;
 - після виконання бетонних робіт виконується засипка ґрунтом до проектного відмітки і улаштування проектного підлоги.

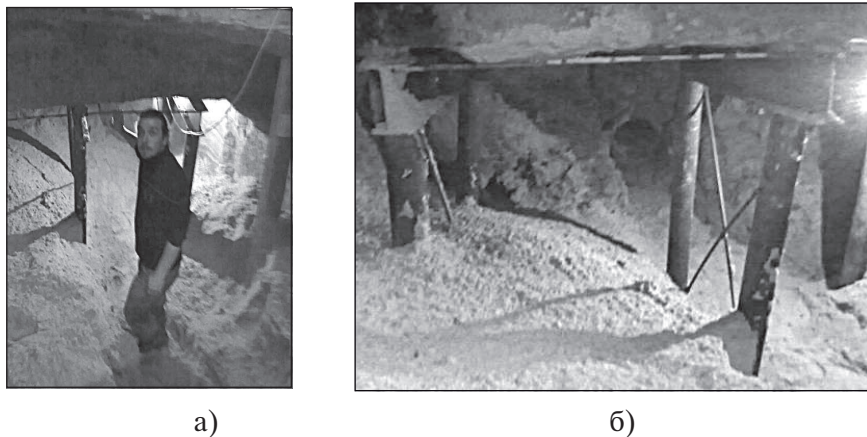


Рисунок 4. Види на запроєктовану металеву частину конструкції кріплення МК-1 аварійного фундаменту

Бутові фундаменти. Бутові фундаменти в історичній забудові зустрічаються у більшості випадків. Складністю виконання ремонтних робіт є конструктивні особливості даних фундаментів – розрізнені елементи подушки, а саме бут, ускладнюють кріплення тим що при втраті основи під собою бут починає руйнуватися і випадати із загального масиву подушки фундаменту, що може призвести до обвалів та нещасних випадків.

Запропоноване конструктивне вирішення дозволяє зменшити можливість нещасних випадків, а також спростити ремонтні роботи. Розглянемо детальніше запропонований випадок: на рисунках 5, 6 зафіксовано місця вимивання (відсутності) ґрунтів основи під фундаментами. По осі «Б» в осях «2»-«4» ґрунт був відсутній повністю під підшоною на приблизну глибину 1,2 м та довжину 7,6 м.



Рисунок 5. Відсутність ґрунтів основи під підшоною фундаменту за рахунок їх вимивання техногенними водами

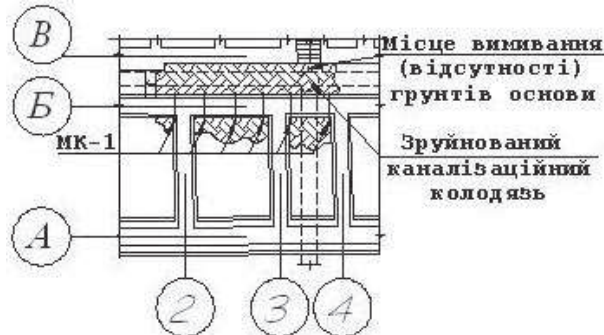


Рисунок 6. Ситуаційна схема №2 місць вимивання ґрунту основи в межах будівлі

Для ліквідації аварійного стану фундаменту через зруйновану систему водовідведення (рисунки 5, 6) були розроблені наступні заходи:

- встановлення вздовж фундаменту та закріплення П-подібних арматурних сіток для підтримки і фіксації від випадання елементів буту з масиву подушки фундаменту;
- трамбування водонасиченого піщаного ґрунту в місцях проектного розташування збірних залізобетонних плитних елементів (рисунок 7);

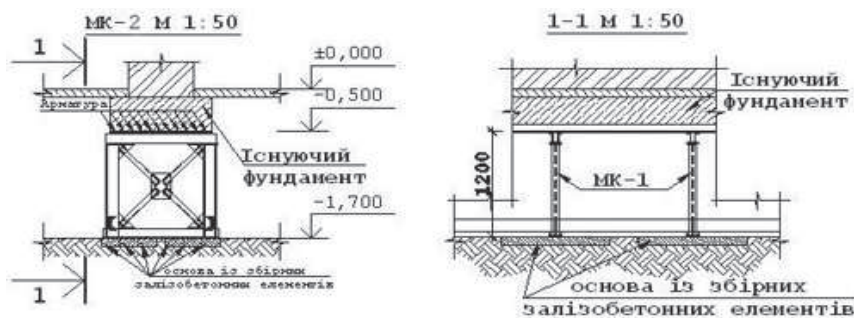


Рисунок 7. Ситуаційна схема №2. Кріплення МК-2

- улаштування залізобетонних плит на підливку з цементно-піщаного розчину для вирівнювання основи.
- поступове притискання з проектним кроком кріпленнями МК-2 арматурних сіток по довжині прольоту завислого фундаменту (рисунок 7);
- виконується приварка поздовжніх арматурних стрижнів до ригелів кріплення;
- після встановлення всіх елементів кріплень в проектне положення, в залежності від висоти порожнини, було виконане пошарове

- трамбування піщаної засипки до рівня, який був недостатній для подальшого трамбування піщаної засипки;
- виконується монтаж опалубки для бетонування, та виконується заливка порожнини під фундаментами бетоном (рисунок 8);
- після виконання бетонних робіт виконується засипка ґрунту з його трамбуванням до проектованої відмітки влаштування проектованої підлоги.



а)

б)

Рисунок 8. Кінцевий етап ліквідації аварійної ситуації.
Забетонувана підшва бутового фундаменту разом
з порожнинами центральної несучої стіни (а)
та стіни центрального входу будинку (б)

Висновки

1. Запропоновані конструктивні вирішення ліквідації аварійних станів розглянутих типів фундаментів будівель і споруд дозволяють спростити ремонтні роботи та скоротити в часі їх виконання, оскільки металеві кріплення встановлюються всі одночасно в межах аварійної ділянки.
2. Засипка та подальше бетонування виконуються без демонтажу кріплень, що є суттєвою перевагою відносно використання дерев'яних тимчасових кріплень, які підлягають обов'язковому демонтажу.
3. Слід проводити наступний моніторинг стану будівель і споруд після підсилення фундаментів для вдосконалення конструктивних рішень з їх підсилення.

Перелік посилань

1. **Нормативні документи** з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – Київ, 1998.
2. **ДБН В.3.1-1-2002.** Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. – Мінрегіонбуд України. – Київ, 2003. – 168 с.
3. **ДБН В.2.1-10-2009.** Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – Мінрегіонбуд України. – Київ, 2009. – 78 с.
4. **Ройтман А.Г., Смоленская Н.Г.** Ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий. -М.: Стройиздат, 1978. - 319 с.
5. **СНиП II-22-81.** Каменные и армокаменные конструкции/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР. – 1981. – 52 с.

Отримано 10.03.2011