

УДК 355.4

М.І. Адаменко

Академія внутрішніх військ МВС України, Харків

ВІДНОВЛЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ВІЙСЬКОВИХ ТА ЦИВІЛЬНИХ СПОРУД ПІСЛЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ЗЕМЛЕТРУСАМИ

У статті розглянуті теоретичні основи оптимізації методів відновлення спеціальних військових та цивільних споруд після землетрусів. Визначено основні принципи відновлення та реконструкції пошкоджених будівельних об'єктів з урахуванням ймовірності виникнення землетрусів у даній місцевості. Наведені основні види можливих ушкоджень будівель та споруд при землетрусах та охарактеризовані основні інженерні заходи щодо відновлення та посилення пошкоджених конструкцій будівель, розглянуті подальші перспективи розвитку цих методів.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, землетрус, відновлення споруд, оперативні дії та методи.

Вступ

Інтенсивне переформування людиною природного середовища під свої інтереси призводить до виникнення великої кількості техногенних та природних надзвичайних ситуацій. Тільки за останнє десятиріччя, згідно статистичних даних та даних ЗМІ, їх кількість значно зросла. Все це призводить до великих матеріальних збитків, що робить тему даної статті актуальною. Такий стан справ призводить до виникнення **наукової проблеми** відпрацювання концепції швидкісного відновлення будівельних фондів, постраждалих внаслідок надзвичайних ситуацій.

Ця проблема активно обговорюється у різних виданнях, які освітлюють її різноманітні аспекти та част-

кові рекомендації щодо засобів розв'язання [1 – 4]. Однією з складових частин розв'язання цієї наукової проблеми є розв'язання **наукової задачі** щодо визначення основних принципів відновлення та реконструкції пошкоджених будівельних об'єктів з урахуванням ймовірності виникнення землетрусів та удосконалення методів відбудови пошкоджених об'єктів.

Результати досліджень

При розробці нових та удосконаленні існуючих методів відновлення та реконструкції пошкоджених будівельних об'єктів слід урахувати наступні теоретичні засади.

З урахуванням ймовірносної природи землетрусів можна отримати залежність для отримання

розміру втрат, яких можна уникнути, за N років експлуатації споруди. [3, 5]

$$G = \sum_{n=1}^N \sum_{c=c_{\min}}^{c_{\max}} L_c \cdot D_c \cdot (n) \cdot (1+E), \quad (1)$$

де L_c – середня річна чисельність C -бальних землетрусів; D_c – середня відносна кількість попереджених втрат від C -бального одиничного землетрусу; E – норма ефективності капітальних вкладень.

Економія від використання антисейсмічних заходів E_N у цьому випадку буде складати:

$$E_N = G - S_{\text{ред}}, \quad (2)$$

де $S_{\text{ред}}$ – витрати на антисейсмічні заходи.

Подальші дослідження мають за мету розробку методології зниження витрат на антисейсмічні заходи до оптимального рівня. При цьому у якості оптимального прийнятий варіант, при якому забезпечується максимальне скорочення витрат на відновлювальний ремонт після землетрусів при економічно доцільних витратах на підсилення та мінімальній ймовірності загибелі людей. Цій умові відповідає залежність:

$$\left\{ S_{\text{ред}} (1+E)^T + S_{\text{rec}} \right\} = \min, \quad (3)$$

де $(1+E)$ – коефіцієнт приведення; T – час від початку експлуатації до моменту землетрусу; S_{rec} – витрати на відновлювальний ремонт будівлі.

Можливі руйнування й uszkodження об'ємних споруд можна підрозділити на вісім основних видів, принципові схеми яких зображені на рис. 1.

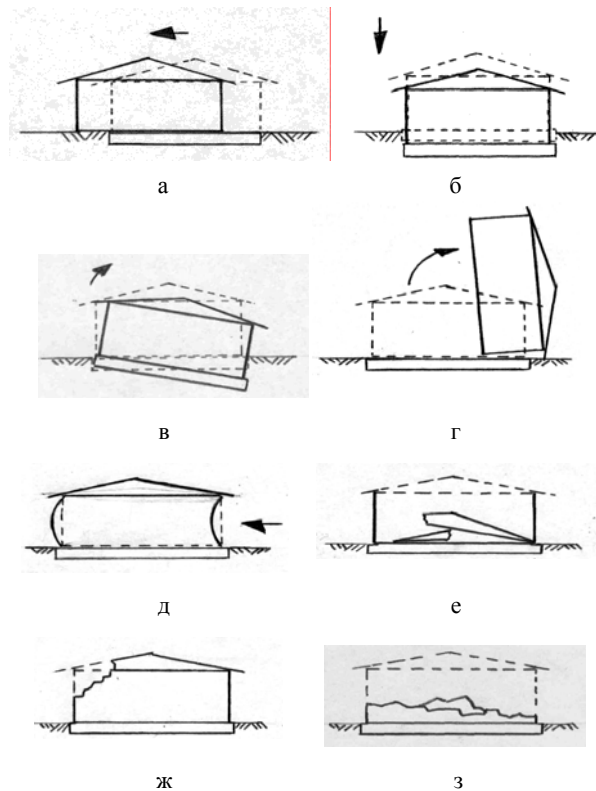


Рис. 1. Основні види можливих uszkodжень споруд:
а – зсув; б – осідання; в – нахил; г – перекидання; д – деформація; е – обвалення; ж – ушкодження; з – катастрофа

Ці види у свою чергу складають дві групи: 1) uszkodження споруди в цілому (чи зміна положення щодо його основи); 2) uszkodження окремої конструкції споруди чи її елементів. Методи відновлення споруд з uszkodженнями першої групи можуть полягати як у підйомі аварійних споруд у цілому чи вроздріб, так і в їхній стабілізації в пост-аварійному положенні, щоб не допустити подальшого осідання чи повної катастрофи. Відновлення споруд з uszkodженнями другої групи може здійснюватися пристроєм нової конструкції замість зруйнованої, виготовленням окремих елементів конструкції замість uszkodжених і ліквідацією uszkodжень конструкції в цілому чи окремих її елементах. У залежності від експлуатаційних вимог uszkodжена конструкція може бути відновлена: у колишньому виді, з деяким спрощенням, з посиленням, чи реконструкцією (модернізацією).

Доцільність відновлення будинків і споруд встановлюється в залежності від ступеня руйнування і необхідності цих споруд для забезпечення функціонування об'єкта. У залежності від ступеня руйнування uszkodжені частини споруджень підрозділяються на три групи: потребуючі негайного розбирання або обвалення до початку відбудовних робіт; ті, що загрожують обваленням, але дозволяють проведення відбудовних робіт; що не загрожують обваленням, але потребують відновлення. Валка конструкцій, що загрожують обваленням, здійснюється механізованим чи вибуховим способом.

При відновленні зруйнованих споруд, крім широкої механізації робіт, повинні бути втілені наступні п'ять основних принципів: мінімум демонтажних робіт; максимальне використання uszkodжених конструкцій; підйом конструкцій великими блоками; максимальна механізація робіт; широке застосування заздалегідь заготовлених і стандартних елементів, що поставляються централізовано, заводського виготовлення.

При падінні, зсуві, провисанні чи нахилі конструкції останні можуть повертатися в колишнє проектне положення шляхом підняття на тимчасових опорах, прогонах чи шпальних клітках за допомогою домкратів з поступовим підклинюванням. При відновленні кам'яних конструкцій насамперед перевіряється наявність пробоїн і інших деформацій у фундаменті. Стіну над зруйнованою частиною фундаменту тимчасово закріплюють підкосами й установкою стійок у поверхах з передачею тиску від перекриттів на ґрунт.

Відновлення цегельних стовпів, що мають uszkodження у виді наскрізних тріщин, здійснюється: частковою чи повною заміною їхньої кладки новою, нагнітанням у їхню кладку цементного розчину, установкою навколо uszkodжених стовпів додаткової цегельної кладки, що обіймає, і пристроєм залізобетонних чи металевих обойм.

Ліквідація uszkodжень цегельної кладки стовпів і стін у виді тріщин залежить від причин, що викликали їхню появу, а також від того, стабілізувалися

вони чи ні. Тріщини, що стабілізувалися, зашпаровуються декількома способами. Невеликі тріщини (шириною до 4 мм) після ретельного розчищення і промивання ліквідуються нагнітанням у кладку чи заливанням у тріщини рідкого цементного розчину складу 1:3, а також карбуванням тріщин цементним розчином на найбільш можливу глибину. Більш широкі тріщини зашпаровуються цеглою. Для цього частина кладки уздовж усієї тріщини розбирається по обидва боки на ширину не менш ніж в одну цеглу і на глибину в половину цегли. Розібрана частина кладки після ретельного розчищення облицьовується цеглинами у перев'язку на цементному чи змішаному розчині, а середина тріщини заливається рідким цементним розчином. Іноді при закладенні таких тріщин обмежуються пристроєм цегельних шпонок. Великі тріщини в тонких стінах і в стінах із кладкою на слабкому розчині зашпаровуються з розбиранням старої кладки на всю товщину стіни уздовж тріщин.

В особливо відповідальних місцях для посилення стін при їхньому відновленні застосовуються металеві зв'язки у вигляді анкерів чи поясів із круглого, смугового і фасонного заліза, що зменшують ширину тріщин за допомогою спеціальних натяжних пристосувань (стяжних муфт і т.п.). Особливо необхідні ці зв'язки у випадках утворення тріщин з відхиленням стін від вертикалі для того, щоб повернути їх у первісне положення. Спосіб відновлення цегельних стін, що мають місцеві uszkodження і пробоїни, залежить від ступеня обвалення стін. Якщо частина будинку до самого верха чи кладка вище місця обвалення збереглася, то спочатку розчищається поверхня uszkodженої кладки штрабами і після промивання водою зводиться нова кладка. Якщо кладка знаходиться у висячому положенні, то попередньо провадиться розкріплення її дерев'яними рамами чи стійками в розпір уцілілої частини кладки, яка розташована вище тієї, що обрушилася. Потім обережно із застосуванням допоміжного кріплення, яке поступово видаляється, розбирають ненадійну частину кладки, розчищають і промивають поверхню старої кладки в місцях, де до неї буде примикати нова, і починають роботи зі зведення останньої. При значних обваленнях стін (більш 5 м²) кладка зводиться ділянками по черзі, починаючи з викладення простінків і країв, з ретельним підклинюванням її клинами чи домкратами.

Відновлення uszkodжених залізобетонних конструкцій здійснюється шляхом виготовлення нових їхніх елементів замість зруйнованих, а також ліквідацією uszkodжень і посиленням залізобетонної конструкції в цілому й окремих її елементів. Відновлення і посилення uszkodжених залізобетонних конструкцій здійснюються збільшенням кількості арматури чи її перетину, устроєм залізобетонних обойм, створенням конструкцій, що розвантажують, у вигляді металевих балок, шпренгелів, додаткових опор, зміною розрахункової схеми конструкції (створення неподільності,

введення додаткових зв'язків, шарнірів) і т.п. Відновлення і посилення залізобетонних конструкцій з устроєм обойм і наросуванням uszkodжених місць дозволяє збільшити несучу здатність навіть сильно uszkodжених конструкцій.

З метою забезпечення монолітності всієї конструкції і надійності зрощування збереженого бетону з новим, відновлення повинне вироблятися з застосуванням бетону на безусадочному цементі, чи цементі що розширюється. Крім того, для забезпечення надійного зчеплення старого бетону з новим у всіх випадках при виконанні відбудовних робіт необхідно попередньо видалити штукатурку, розчистити поверхню бетону від пилу, насікти її зубилом і промити водою. На вологу поверхню збереженого бетону наносять шар цементного розчину складом 1:2 з цементу, що розширюється, товщиною 1 – 2 мм, і не пізніше чим через годину після нанесення розчину укладають новий шар бетону.

Незначні тріщини шириною до 5 мм, коли вони можуть викликати корозію арматури, заповнюють цементним розчином складом 1:2 з попереднім промиванням їх водою. Сильно розкриті тріщини ліквідують в далі означений спосіб. Спочатку уздовж тріщин за допомогою крейцмейселів розчищають прямокутні борозни шириною 5 – 6 мм на глибину 10 мм, потім установлюють гумові манжети, що перекривають тріщини по всій довжині і забезпечують повну герметичність uszkodжених ділянок, після чого в тріщини заливають цементний розчин.

Ушкодження залізобетонних балок у вигляді околів бетону ліквідують в такий спосіб:

– околи в розтягнутій зоні на глибину, що не перевищує 1/3 висоти балки, усуваються шляхом бетонування місця відколу;

– околи в стиснутій зоні чи при глибині околу в розтягнутій зоні більш 1/3 висоти балки, а також, коли стикування стрижнів арматури утруднено, зашпаровуються шляхом устрою залізобетонної обойми.. У залежності від форми поперечного перерізу балок і габаритів приміщення обойми влаштовуються різних обрисів. Балки з косими тріщинами підсилюють залізобетонними обоймами, а також вертикальними чи похилими хомутами зі смугового чи круглого заліза і звареними гратчастими фермочками, що охоплюють uszkodжену частину балки. При наявності косих тріщин, розташованих по довжині більш 1/5 прольоту балки, а також розривів арматури залізобетонні балки можуть підсилюватися підведенням під них металевих балок з швелерів чи двотаврів; укладанням посилюючої металевий балки зверху uszkodженої; пристроєм металевих шпренгелів.

Металеві елементи посилення, щоб уникнути корозії, покриваються торкретбетоном, цементним розчином по металевій сітці чи антикорозійними складами.

Основним способом відновлення uszkodжених залізобетонних колон є пристрій чотирибічних залі-

зобетонних обойм по усій висоті колони чи в межах її ушкодженої частини.

Відновлення і посилення колон провадять:

– якщо колона ушкоджена менш чим на 1/3 перетину – постановкою конструктивних обойм;

– якщо колона ушкоджена більш ніж на 1/3 перетину – постановкою розрахункових обойм.

Конструктивна обойма влаштовується в межах ушкодженої ділянки з перепуском в обидва боки на довжину не менш половини більшого розміру поперечного перетину колони, а розрахункова обойма – з перепуском не менш більшого розміру поперечного перетину і 30 діаметрів подовжньої арматури більшого перетину, але не менш 50 см.

Відновлення і посилення незначно ушкоджених консолей, що не мають косих тріщин, провадять постановкою горизонтальних хомутів з наступним їхнім бетонуванням чи за допомогою металевих підвісних конструкцій.

Відновлення ушкоджених стін великопанельних будинків здійснюється індустріальними методами і складається в демонтажі і заміні ушкоджених панелей за допомогою кранів з наступним закріпленням панелей між собою електрозварюванням і монолітним закладенням швів.

Найбільш розповсюдженим методом відновлення ушкоджених великопанельних будинків і споруд є використання заздалегідь заготовлених на об'єкті аналогічних промислових виробів замість тих, що зруйновано.

Відновлення міжповерхових перекриттів будинків у залежності від розміру і конструкцій збірних панелей, що застосовують, може бути виконано двома способами: а) розбирають майже усі внутрішні конструкції і дах, а великі плити перекриття монтують за допомогою баштового крана; б) монтують невеликі плити перекриття (вагою не більш 600 кг) без повного розбирання даху і внутрішніх конструкцій. Плити подаються у віконні прорізи кранами малої вантажопідйомності.

Відновлення металевих конструкцій залежить насамперед від характеру їхнього ушкодження. Деформації окремих елементів конструкції можуть бути виправлені нагорі без демонтажу за допомогою поліспастів і інших пристосувань і використання тягової сили лебідок і піднімальних кранів. При цьому деякі елементи конструкцій для полегшення виправлення перерізають, або в них вирізують клини, що потім перекивають наварними накладками.

При заміні зруйнованих конструкцій можуть бути використані вертольоти (наприклад, зміна ферм при відновленні будинку), а при ліквідації великих ушкоджень – спеціальні механізми.

Основними способами посилення ушкоджених металевих конструкцій є: підведення нових додаткових елементів; постановка додаткових зв'язків (у виді ребер, діафрагм або розпірок); збільшення перетинів елементів і зміцнення їхніх з'єднань; зміна конструктивної схеми. Відновлення і посилення

металевих конструкцій можна виконати за допомогою металу, бетону, залізобетону, а в деяких випадках і дерева.

Надриви, тріщини і каверни в металі перекивають накладками. Усі зварені шви, що мають тріщини, повинні бути зрубані зубилом і замінені новими. У випадках труднощів при видаленні шва, що ушкоджений, його підсилюють за допомогою накладок, приварених під кутом 45° між поясом і стінкою. Накладки повинні заходити за кінці тріщини не менш чим на ширину планки.

Прогнуті елементи знятої ферми відновлюють усуненням погнутості шляхом зворотного вигину (виправлення елементів), вирізом скривленого місця і вставкою нового елемента в місці вирізу, посиленням скривленого елемента додатковими, заміною скривленого елемента новим.

При відновленні дерев'яних конструкцій найбільш характерною роботою є відновлення стін і перекриттів. У випадках руйнування окремих елементів рубаних стін з колод чи бруса роблять зміну або підведення нових вінців. Для видалення ушкодженого вінця на вище лежачому вінці вирубують кілька наскрізних отворів, у які пропускають дерев'яні чи металеві пальці, що виступають з обох сторін на 0,5 – 0,8 м. Під ці пальці по обидва боки підкладають колоди і підводять домкрати або важелі. Одночасною роботою домкратів частину стіни, що лежить вище вінця, який видаляється, піднімають на висоту, що небагато перевищує висоту шипа, і закріплюють у такому положенні на час зміни вінця. Нові вінці підводяться за допомогою козельків, що прикріплюють до стіни болтами. Нові колоди щільно підганяють до пазів вінця, що розташований вище. Потім їх прокладають клоччям і підклинюють знизу.

Рубані стіни при витріщанні вирівнюють парними стисками з брусів або пластин на болтах. При стягуванні виступаючі вінці віджимають легкими ударами кувалди чи сокири.

Ушкоджені дерев'яні балки перекриттів після попереднього вивішування тимчасовими підпірками на клинах і з частковим виправленням деформацій підсилюють установкою накладок на цвяхах з дощок або устроєм підбалки на болтах чи дровових скрутках.

Особливостями відновлення захисних споруд, ушкоджених у результаті терористичних актів і різних аварій, крім звичайних деформацій конструкцій є ліквідація деформацій герметизації, гідроізоляції і ґрунтового обсіпання обсіпаних і котловинних споруд.

Ці ушкодження не носять аварійного характеру, що загрожує загальній цілісності споруди, особливо котловинної з підвищеною міцністю, але захисні споруди втрачають свої експлуатаційні властивості.

Герметичність найчастіше порушується в прорізах, дверях, люках і місцях пропуску комунікацій.

До можливих способів усунення фільтрації води через конструкції в заглиблених спорудах відносять: відновлення зовнішньої гідроізоляції, нанесення гідроізоляції на внутрішні поверхні в місцях течій, нагнітання цементного розчину або інших гідроізоляційних матеріалів.

З метою підвищення щільності відновленої бетонної обробки за відновлену постійну бетонну кріпть нагнітають цементний розчин, карбамідну смолу чи розігрітий бітум. Нагнітання розчину за гідроізоляцію здійснюється під тиском 4 – 6 атм. за допомогою спеціального ін'єктора. Ін'єкування роблять ярусами знизу нагору. Щоб уникнути руйнування розчину, що схопився не до кінця у найближчих шпарах, цементацію сусідніх шпар проводять тільки через 3 – 4 дні. Витрата розчину при нагнітанні його за обробки складає близько 30 – 50 л на одну трубку.

Не менш ефективним засобом боротьби з фільтрацією води є смолізація карбамідною смолою з закріплювачем, що ведуть за допомогою притискного пристрою чи нагнітача в кілька шпар одночасно. При тампонажі тріщин і стиків по всій їхній довжині, за винятком місця установки притискного пристрою, тріщини і стики зашпаровують розчином чи заклинюють щільною тканиною, після чого тампонаж ведуть під тиском 2 – 3 атм.

У перспективі розвиток наведених методів відновлення будівель та інженерних мереж їх систем життєзабезпечення доцільно звести до концептуального принципу типового відновлення постраждалого району з урахуванням особливостей місцевості та ймовірністю повторення надзвичайних ситуацій подібного характеру.

Висновки

Поданий матеріал надає можливість спрощення планування заходів щодо ліквідації надзвичайних ситуацій, пов'язаних із землетрусами, та прийняття управлінських рішень щодо технічного забезпечення відтворення функціонування будівель, споруд та інженерних мереж на постраждалих територіях у найкоротший термін.

Список літератури

1. Биченок М.М. *Основи інформатизації управління регіональною безпекою* / М.М. Биченок. – К.: РНБО, Інститут проблем національної безпеки, 2005. – 194 с.
2. *Аварии и катастрофы: предупреждение и ликвидация последствий* / под ред. В.А. Котляревского, А.В. Забегаева. – М., 1995. – 360 с.
3. Забегаев А.В. *Безопасность жизнедеятельности: учебник* / А.В. Забегаев. – М., Издательство Ассоциации строительных ВУЗов, 2001. – 130 с.
4. *Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие* / В.Г. Иванов, Ю.С. Лис, М.Б. Смирнитская и др. – Х., 2003. – 402 с.
5. Адаменко М.І. *Аварійно-рятувальні та аварійно-відбудовні роботи: практичний посібник* / М.І. Адаменко, О.В. Гелета, М.М. Тимошенко. – Х.: ХДТУБА, 2002. – 68 с.
6. *Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій: навчальний посібник. Частина I* / В.Г. Аветісян, М.І. Адаменко, В.Л. Александров та ін. – К.: Основа, 2006. – 240 с.

Надійшла до редколегії 21.01.2009

Рецензент: д-р техн наук, проф. І.О. Кириченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВОЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПОСЛЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ

Н.И. Адаменко

В статье рассмотрены теоретические основы оптимизации методов восстановления специальных военных и гражданских сооружений после землетрясений. Определены основные принципы восстановления и реконструкции поврежденных строительных объектов с учетом вероятности возникновения землетрясений в данной местности. Приведены основные виды возможных повреждений зданий и сооружений при землетрясениях и охарактеризованы основные инженерные мероприятия по восстановлению и усилению поврежденных конструкций зданий, рассмотрены дальнейшие перспективы развития этих методов.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, землетрясение, восстановление сооружений, оперативные действия и методы.

RENEWAL OF THE SPECIALIZED BUILDINGS OF SOLDIERIES AND CIVIL AFTER EXTRAORDINARY SITUATIONS, RELATED TO THE EARTHQUAKES

N.I. Adamenko

In the article theoretical bases of optimization of methods of renewal of the special buildings of soldieries and civil are considered after earthquakes. Basic principles of renewal and reconstruction of the damaged build objects are certain taking into account probability of origin of earthquakes in this locality. The basic types of possible damages of buildings and buildings are resulted at earthquakes and basic engineerings measures are described on renewal and strengthening of the damaged constructions of buildings, the further prospects of development of these methods are considered.

Keywords: extraordinary situation, earthquake, renewal of buildings, operative actions and methods.