

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра
Довженка

Кафедра професійної освіти та
комп'ютерних технологій

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**Тема: Підсилення конструкцій будівель і споруд, пошкоджених від
воєнних дій з методикою викладання теми**

Виконав:
Василович Богдан Володимирович
15.01 Професійна освіта.
Будівництво.

Науковий керівник:
канд. пед.наук,
Хоменко О.Г.

Допущено до захисту
"___" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

Дата захисту: «___» _____ 20__ р.

Національна _____ оцінка

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Підписи членів комісії:

Глухів 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	7
1.1 Аналіз пошкоджень конструкцій будівель і споруд внаслідок бойових дій	7
1.2. Оцінка технічного стану пошкоджених внаслідок бойових дій конструкцій будівель і споруд	
1.3. Способи підсилення пошкоджень та відновлення цегляних конструкцій будівель	
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКИ ПІДСИЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЦЕГЛЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ	
2.1. Перевірні та проектні розрахунки пошкоджених цегляних конструкцій будівель та споруд	
2.2. Практичні розрахунки з перевірки несучої здатності пошкоджених елементів цегляних конструкцій	
2.3 Практичний розрахунок підсилення пошкоджених елементів цегляних конструкцій у програмі КАМИН.....	
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ У ВИКЛАДАННІ ТЕМИ «ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД, ПОШКОДЖЕНИХ ВІД ВОЄННИХ ДІЙ»	
3.1. Сутність технологій проблемного навчання	
3.2. Застосування технологій проблемного навчання на практичних заняттях.....	
ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Внаслідок широкомасштабного військового вторгнення РФ на територію нашої країни було зруйновано та пошкоджено величезну кількість будівельних об'єктів. Будівлі і споруди зазнали ударно-вибухових та вогневих уражень, які не характерних для експлуатації в умовах мирного часу. Значну частину пошкоджених та зруйнованих об'єктів складають: житлові будинки, лікарні, освітні заклади, промислові цехи, споруди енергетичної та транспортної інфраструктури, склади, сховища тощо. Тому наразі і у майбутньому постає питання швидкої відбудови таких об'єктів.

Руйнування будівель, які не розраховані на сприйняття вибухових та вогневих впливів, мають різний і у багатьох випадках унікальним характер, що потребує ґрунтовної оцінки для визначення можливості відновлення їх експлуатаційної придатності. Якість оцінки перш за все залежить від досвіду експертів та інженерів-проектувальників що здійснюють обстеження. Відсутність досвіду відновлення об'єктів, пошкоджених від вибухових впливів, призвело до первинних висновків і рекомендацій експертів щодо часткового або повного демонтажу конструкцій будівель і споруд. Ці первинні висновки при проведенні альтернативних обстежень виявлялися необґрунтованими і помилковими.

На сьогодні вже накопичено певний досвід обстеження пошкоджених будівель та споруд, розроблення проектів аварійно - відновлювальних робіт та ремонту об'єктів з відновлення їх експлуатаційної придатності.

Урядом країни прийнято ряд постанов, де було надано роз'яснення щодо оцінювання технічного стану пошкоджених будинків, а також можливості їх відновлення, визначення переліку робіт з виконання аварійно-відновлювальних робіт. Особливості обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок бойових дій, визначені «Методикою обстеження будівель та споруд, пошкоджених наслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів»[31].

Дана проблема, на жаль є актуальною оскільки масштабне відновлення пошкоджених внаслідок воєнних дій будівель попереду, оскільки бойові дії тривають і руйнування продовжують зростати у кількісних вимірах.

Для виконання аварійно-відновлювальних робіт пошкоджених внаслідок бойових дій об'єктів першочерговим завданням є дослідження характерних пошкоджень тримальних і огорожувальних конструкцій будівель та розробка конструктивно-технологічних рішень їх підсилення.

Проблемам оцінювання технічного стану цегляних будівель та підсилення їх конструкцій присвячено праці Г. Бадьїна , В. Танічева , А. Барашикова, О. Малишева, А. Бєдова, Мальганова, А. Шагіна та інших. Але характер ушкоджень та рішення з підсилення цегляних конструкцій (стін, колон, простінков), пошкоджених під час бойових дій, в певній мірі вже не відповідають типовим схемам підсилення з підручників та посібників

Мета роботи – визначення конструктивно-технологічних рішень відновлення та підсилення цегляних конструкцій будівель і споруд пошкоджених внаслідок бойових дій

Завдання дослідження:

1. Виконати аналіз пошкоджень внаслідок бойових дій конструкцій цегляних будівель і споруд.
2. Розглянути особливості обстеження і оцінки пошкоджених конструкцій будівель внаслідок бойових дій.
3. Виконати аналіз ефективних конструктивно-технологічних рішень з відновлення пошкоджених цегляних конструкцій будівель.
4. Розглянути методику перевірних розрахунків пошкоджених елементів цегляних конструкцій будівель та проектних розрахунків їх підсилення
5. Виконати практичні розрахунки підсилення елементів пошкоджених цегляних конструкцій, у тому числі з застосування комп'ютерних програм розрахунку.

6. Розглянути особливості застосування технології проблемного навчання у викладанні теми

Об'єкт досліджень – пошкоджені цегляні конструкції в процесі їх підсилення.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні рішення відновлення та підсилення пошкоджених цегляних конструкцій.

Методи дослідження полягають у аналізі діючих нормативних документах, результатів наукових досліджень та звітів з технічного обстеження пошкоджених будівельних конструкцій; практичних розрахунках підсилення конструкцій; порівнянні результатів розрахунку та узагальненні отриманих даних.

Практичне значення отриманих результатів дослідження. Результати досліджень можуть бути впроваджені в освітній процес підготовки магістрів професійного навчання напряму «Професійна освіта (Будівництво)», зокрема при викладанні дисциплін «Реконструкція будівель і споруд», «САПР у будівництві» та використані у науково-методичній роботі викладачів кафедри професійної освіти та комп'ютерних технологій Глухівського національного педагогічного університету ім. Олександра Довженка.

Обсяг та структура роботи. Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 70 сторінки.

РОЗДІЛ 1. ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ

1.1 Аналіз пошкоджень конструкцій будівель і споруд внаслідок бойових дій

Внаслідок широкомасштабного військового вторгнення РФ на територію нашої країни було зруйновано та пошкоджено величезну кількість будівельних об'єктів. Будівлі і споруди зазнали ударно-вибухових та вогневих уражень, не характерних для експлуатації в умовах мирного часу. Значну частину пошкоджених та зруйнованих об'єктів складають: житлові будинки, лікарні, промислові цехи, споруди енергетичної та транспортної інфраструктури, склади, сховища тощо.

Руйнівний вплив на будівлі і споруди може бути як від безпосереднього їх ураження ракетами, снарядами, мінометними мінами, крупнокаліберними кулями, так і в від вибухової дії повітряної хвилі більш потужних боезарядів, зокрема авіабомб, ракет РСЗВ.

Повітряна ударна хвиля – це зона сильно стислого повітря, що розповсюджується від центру вибуху в усі боки з надзвуковою швидкістю (більше 330 м/с). Основною параметром руйнівної дії ударної хвилі є надмірний тиск у її фронті.

Будинки, споруди та обладнання внаслідок дії вибухової повітряної хвилі можуть бути пошкоджені або вщент зруйновані.

В залежності від ступеня руйнування і обсягу необхідних аварійно-відновлюваних робіт будівлі можуть отримати руйнування: слабке, середнє, сильне або повне.

Сам осередок ураження поділяють на чотири зони: слабких руйнувань, середніх, сильних, та повних.

- I зона слабких руйнувань – надмірний тиск від 10 до 20кПа.
Слабкі руйнування будівель.

- II зона середніх руйнувань утворюється там, де надмірний тиск від 20 до 30кПа. Капітальні будівлі і споруди мають середній ступінь руйнувань. Дерев'яні споруди повністю руйнуються.
- III зона сильних руйнувань - надмірний тиск від 30 до 50 кПа. Характеризується сильними руйнуваннями будинків і споруд, утворенням місцевих завалів.
- IV зона повних руйнувань характеризується надмірним тиском 50кПа і більше. Будинки, споруди, в зоні повністю руйнуються, утворюються суцільні завали зруйнованих конструкцій. .

Іншим небезпечним явищем є потрапляння кумулятивних боєприпасів, у будівлі і споруди, що викликають сильні пожежі і тривалу дію на конструкції вогню і високих температур..

Будівлі можуть мати різний ступінь ушкоджень - від часткового пошкодження прорізів, зовнішнього оздоблення стін та покрівлі до суцільних завалів зруйнованих конструкцій, що залишились від будівель.

Будівлі, значна частина яких зруйнована, або ті, що зруйновані вщент, як правило відновленню не підлягають. Вони демонтуються та відбудовуються заново. Тому, надалі характерні пошкодження цегляних конструкцій будівель внаслідок бойових дій будуть нами розглянуті як частково ушкоджені.

Найбільша частка будівель з цегли [27] пошкоджена від дії вибухової хвилі, термічного впливу, тощо.

Розглянемо характерні випадки пошкодження цегляних конструкцій будівель, як наведені у рисунках 1.1-1.4.

Внаслідок потрапляння малокаліберних боєприпасів у конструкціях будинків:

Руйнуються віконні прорізи, опорні зони перемичок і самі перемички(рисунок1.1);



Рисунок 1.1 - Руйнування цегляного простінка

Руйнуються балкони і утворюються наскрізні пробоїни в балконних плитах (рисунок 1.2);



Рисунок 1.2 - Руйнування балконної плити

Утворюються наскрізні пробоїни в стінах та плитах перекриття
(Рисунок 1.1, 1.3);

Руйнуються стіни і перегородки будинків (Рисунок 1.3);



Рисунок 1.3 - Руйнування стін і перегородок

Повністю руйнуються простінки, що призводить до обвалення перекриттів, які опираються на простінок. (Рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 - Обвалення перекриттів

Всі вищенаведені руйнування конструкцій викликані як розшаруваннями цегляної кладки від ударної дії, так зменшенням розрахункової площі перерізу елементів.

Потрапляння інших типів боєприпасів більшого калібру, фугасних авіабомб, ракет РСЗВ приводить до більш масштабних руйнувань та пожеж будівель, які, як правило, не підлягають відновленню. Будівлі які зруйновані вщент або ті, значна частина конструкцій яких зруйнована, демонтуються та відбудовуються заново (Рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 - Масштабні руйнування будинків

Іншим небезпечним явищем є потрапляння кумулятивних боєприпасів, що викликають сильні пожежі. Середня температура пожежі сягає 400..800 °С. У оштукатурених цегляних стінах будинків виникають тріщини від нерівномірного лінійного розширення елементів окремих конструкцій під час пожежі. Це характерно для пожеж горищ та верхніх поверхів, коли відбувається температурне розширення перекриттів, що викликає горизонтальні деформації в стінах.

Від дії вогню на цегляні стіни виникають великі тріщини та мереж тріщин і щілин в різних місцях цегляної кладки. Внаслідок дії високих температур діапазон значень глибини та ширини розкриття тріщин дуже значний - глибина розкриття тріщини може досягати товщини стіни, а ширина розкриття - декілька сантиметрів та більше.

В будівлях зі стінами з порожнистих блоків під час пожеж внаслідок нерівномірного перегріву може відбуватися відшарування зовнішньої поверхні із розкришенням щілинних перегородок (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Руйнування стіни з порожнистих блоків

Серйозні ураження від дії вогню зазнають порожнисті плити покриттів і перекриттів житлових будинків. На першій стадії дії вогню на поверхню конструкції відбувається релаксація попереднього напруження арматури, що супроводжується збільшеними прогинами та розвитком поперечних тріщин в нижній полиці плити (рисунок 1.8.). При збільшенні температури, понад 400°C відбувається істотне зниження міцності бетону на поверхні плити. Внаслідок сильних нерівномірних деформацій та появи зусиль зсуву між полицями плити відбувається руйнування її поперечного перерізу. Надалі розвиваються тріщини за висотою перерізу, нижня полиця починає відшаруватися і відбувається повне руйнування конструкції (рисунок 1.9).



Рисунок 1.8 – Вогневе пошкодження плит перекриття



Рисунок 1.9 – Руйнування плит перекриття від дії вогню

Надалі розглянемо конструктивно-технологічні рішення з підсилення та відновлення пошкоджених цегляних конструкцій будинків.

1.2. Оцінка технічного стану пошкоджених внаслідок бойових дій конструкцій будівель і споруд

На час дії воєнного стану у нашій країні було прийнято ряд законодавчих постанов, щодо особливостей обстеження об'єктів, пошкоджених внаслідок бойових дій та будівельної діяльності з виконання аварійно-відновлювальних робіт.

Оцінка технічного стану будівель та споруд, пошкоджених внаслідок бойових дій, регламентує ДСТУ–Н.Б.В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення їх технічного стану» [3]. та «Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів»[4].

Основні поняття і терміни у відповідності з діючими нормативами:

аварійні пошкодження - втрата експлуатаційної придатності будівлі або споруди або її конструкцій, у тому числі порушення цілісності, геометрії, герметичності, тощо внаслідок впливів, що зумовлені надзвичайною ситуацією або бойовими діями (потрапляння засобів ураження, вибухи, пожежі тощо);

відновлення – комплекс робіт на пошкодженому об'єкті з метою досягнення експлуатаційної придатності;

експлуатаційна придатність - здатність об'єкта (будівельних конструкцій) виконувати задані функції;

категорія пошкоджень об'єкта - загальна характеристика експлуатаційної придатності пошкодженого об'єкта, що характеризує можливі заходи для подальшої експлуатації або припинення експлуатації об'єкта та визначається за результатами проведених обстежень.

Обстеження пошкодженого об'єкта проводиться з метою:

- обґрунтування рішення щодо його подальшої безпечної експлуатації; встановлення необхідності робіт з відновлення об'єкта;
- планування невідкладних аварійно-відновлювальних робіт;

- обґрунтування рішення щодо припинення експлуатації, виконання робіт із ліквідації об'єкта.

Мета обстеження досягається реалізацією наступних завдань:

- оцінювання (діагностування) технічного стану будівельних конструкцій, об'єкта в цілому на підставі результатів візуальних обстежень, проведення інструментальних досліджень та виконання перевірних розрахунків;
- визначення обсягів та термінів невідкладних аварійно-відновлювальних робіт;
- видів та обсягів робіт з відновлення пошкодженого об'єкта;
- обґрунтованої необхідності демонтажу (ліквідації) об'єкта.

За результатами обстеження визначається категорія пошкоджень об'єкта з урахуванням класифікаційних ознак, наведених у таблиці 1. 1.

Всі пошкоджені будівлі поділяють на три категорії.

До першої категорії відносять будівлі, у яких відсутні порушення першого граничного стану, ушкодження незначні і можуть бути відновлені шляхом поточного ремонту. Це пошкодження вікон і склопакетів, балконів, фасадних систем, покрівлі, незначні отвори в стінах, що не вимагають введення підсилюючих елементів тощо. Ступінь пошкодження конструкцій будівлі до 20%, (але, як показує практика обстежень [38] будівлі зі ступенем пошкоджень вище 10%, як правило, мають більш серйозніші ураження).

До другої категорії відносять будівлі з більш високим показником ушкоджень від умовних 20% (на практиці від 10%) до 80%, які мають порушення першого граничного стану конструкцій, однак підлягають капітальному ремонту.

До третьої категорії відносять будівлі і споруди, які підлягають зносу і мають ураження понад 80% (фактично можна віднести будівлі з меншим показником пошкоджень). До цієї категорії, як правило відносять повністю згорілі або зруйновані малоповерхові або багатоквартирні будинки та висотні будівлі що мають серйозні пошкодження тримальних конструкцій.

Класифікаційні ознаки категорії пошкоджень об'єкта

Категорія	Загальна характеристика пошкоджень	Орієнтовний ступінь пошкоджень %	Рекомендації щодо подальшої експлуатації
I	Наявні незначні пошкодження тримальних та огорожувальних конструкцій, без порушення вимог щодо механічного опору та стійкості	До 20	Відновлення шляхом поточного ремонту об'єкта
		21-40	Відновлення шляхом поточного та/або капітального ремонту об'єкта
II	Наявні пошкодження тримальних та огорожувальних конструкцій, ступінь та характер яких свідчить про необхідність часткового демонтажу частин об'єкта або його окремих конструкцій, підсилення об'єкта або окремих конструкцій	41-80	Виконання робіт з відновлення шляхом капітального ремонту, реконструкції об'єкта
III	Об'єкт непридатний для використання, наявні ступінь та характер пошкоджень тримальних та огорожувальних конструкцій, свідчить про небезпеку аварійного обвалення об'єкта (зруйновані об'єкти)	81-100	Виконання невідкладних робіт щодо демонтажу (ліквідації) об'єкта

До таких пошкоджень будівель також можна віднести:

1. Повну відсутність тримальних конструкцій або їх пошкодження з втратою міцності, стійкості, розкриттям тріщин на нижніх поверхах будівлі, крін вищерозташованих поверхів конструкцій над пошкодженими, що вимагає їх демонтажу і як наслідок будівля ліквідується повністю (рисунок 1.10).

2.



Рисунок 1.10 – Пошкодження тримальних конструкцій нижніх поверхів будинку

2. Наявність масштабних руйнувань верхніх поверхів, що спричинюють їх обвалення на нижні поверхи із перевантаженням і пошкодженням перекриттів та утворенням суцільних завалів (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Масштабні руйнування верхніх поверхів будинку

3. Втрата цілісності будинку внаслідок руйнування частини блок-секції. Розбирання завалів як правило потребує робіт з демонтажу конструкцій, і тому стає під питанням відновлення цілісності внаслідок неможливості здійснення ефективного зв'язку відновлюваних стін із існуючими, тощо. Це особливо характерно для панельних будинків, які були зведені у 70-80 роках минулого століття із панелей серій, які вже давно зняті з виробництва (рисунок 1.12).

4. Будинки з цегляними стінами із перекриттями із залізобетонних плит, що зазнали масштабних пожеж із руйнуванням плит перекриттів, внаслідок чого потрібна масштабна заміна конструкцій перекриттів і ремонтно-відновлювальні роботи стають економічно недоцільними.

Обстеження пошкодженого об'єкта, виконується у два етапи: *попереднє (візуальне) і детальне (інструментальне)*.



Рисунок 1.12 – Втрата цілісності будинку внаслідок руйнування частини блок секції

Попереднє обстеження проводиться візуально за зовнішніми ознаками для попереднього оцінювання технічного стану, визначення категорії пошкоджень об'єкта, прийняття рішення щодо необхідності проведення основного (детального) обстеження. При попередньому обстеженні вимірюються геометричні розміри об'єкта, складаються обмірні креслення, схеми розташування пошкоджень, а також фото фіксація пошкоджень конструкцій.

У разі виявлення пошкоджень, як можуть знижувати міцність, стійкість і жорсткість будівельних конструкцій та експлуатаційні показники об'єкта проводиться детальне обстеження.

Детальне обстеження проводиться шляхом:

проведення аналізу пошкоджень, які змінили основні проектні та розрахункові характеристики будівельних конструкцій, внаслідок пожеж, воєнних дій та ін.;

визначення фактичних експлуатаційних навантажень і впливів на будівельні конструкції;

детального вимірювання геометричних параметрів об'єкта, будівельних конструкцій, їх елементів та вузлів;

інструментального визначення параметрів пошкоджень та їх фото фіксації, складання схем розташування пошкоджень, а також їх прив'язки в натурі;

проведення перевірочних розрахунків тримальних будівельних конструкцій та об'єкта в цілому;

проведення аналізу причин виникнення пошкоджень;

узагальнення інформації про технічний стан будівельних конструкцій об'єкта;

розроблення рекомендацій щодо можливості подальшої експлуатації об'єкта, конструктивних рішень про відновлення та підсилення окремих будівельних конструкцій, загальних висновків.

Фактичний технічний стан кам'яних і армокам'яних конструкцій будівель і споруд встановлюється в результаті їх обстеження, виконання перевірочних розрахунків і натурального випробування.

Пошкодження характерні для цегляних конструкцій будівель і споруд можна класифікувати за такими ознаками:

за способами виявлення дефектів і пошкоджень:

- явні дефекти (виявляються при візуальному спостереженні),
- приховані дефекти (виявляються неруйнівними методами та лабораторними випробуваннями).

за ступенем впливу дефектів і пошкоджень:

- незначний ступінь (міцність кладки знижена до 5 %, посилення не потрібне).
- слабкий ступінь (міцність знижена до 15 %, посилення потрібне за наявності тріщин залежно від величини навантаження),
- середній ступінь (міцність знижена до 25%, посилення обов'язкове),

- сильний ступінь (міцність знижено до 50 %, посилення обов'язкове),
- аварійний ступінь (міцність кладки знижено більш ніж на 50 %, необхідні протиаварійні заходи, техніко-економічне обґрунтування посилення або заміни);

за можливістю усунення:

- переборні (усунення пошкоджень можливе і доцільне),
- непереборні;

за видами пошкоджень:

- пошкодження захисних і оздоблювальних шарів кладки,
- пошкодження основного матеріалу кладки,
- вогневі пошкодження,
- пошкодження, викликані деформаціями стін і порушенням їхньої суцільності.

Основні характеристики, які підлягають визначенню при обстеженні кам'яних та армокам'яних конструкцій:

- а) геометричні розміри конструкцій та вузлів їх з'єднання;
- б) деформації конструкцій (крени, осідання, випирання та ін.);
- в) параметри тріщин (ширина, довжина, глибина розкриття тріщин, їх розташування та характер);
- г) характеристики кладки, цегли та розчину (міцність, водопроникність, вологість тощо);
- д) параметри технологічних дефектів;
- є) розшарування та руйнування кладки (глибина, площа тощо);
- ж) геометричні параметри механічних пошкоджень;
- з) параметри вогневих пошкоджень.

Основні можливі пошкодження цегляних конструкцій з віднесенням до відповідної категорії стану згідно наведені в табл. 1.2

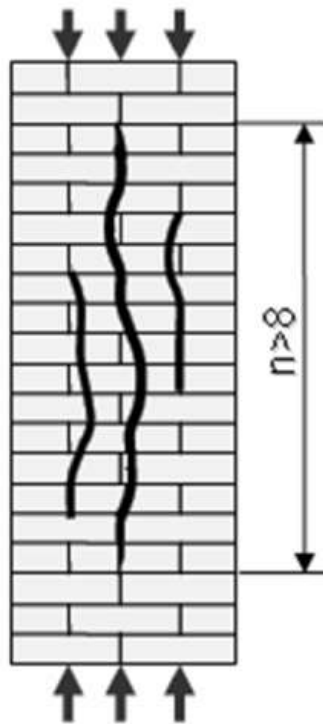
Табл.1.2

Категорія технічного стану	Дефекти та пошкодження
"1"	Дефекти та пошкодження відсутні
"2"	Розморожування, вивітрювання та руйнування кладки, відшарування облицювання на сумарну глибину (з обох боків) до 15 % товщини. Вертикальні та похилі силові тріщини від стискальних зусиль, що перетинають не більше двох рядів кладки. Інші тріщини з шириною розкриття до 0,5 мм у випадку їх допустимості згідно з проектом та чинними нормами з проектування. Вогневе пошкодження від пожежі кладки армованих та неармованих стін та стовпів на глибину до 5 мм (без облицювання)
"3"	Розморожування, вивітрювання та руйнування кладки, відшарування облицювання на сумарну глибину (з обох боків) до 25 % товщини. Вертикальні та похилі силові тріщини від стискальних напружень в несучих стінах та стовпах на висоту не більше чотирьох рядів кладки при числі тріщин не більше чотирьох на 1 м ширини. Нормальні тріщини в розтягнутій зоні в несучих колонах та стовпах шириною розкриття більше 0,5 мм. Інші тріщини в несучих колонах і стовпах, простінках ¹ та міжвіконних поясах несучих стін до 5 мм. Осадкові тріщини ² в стінах (крім простінків* і міжвіконних поясів несучих стін та перемичок) шириною розкриття до 50 мм. Нахили та випирання стін та фундаментів в межах поверху не більше ніж на 1/6 їх товщини (не більше 3 см або 1/150 висоти поверху для колон і стовпів). Виникнення вертикальних тріщин між поздовжніми та поперечними стінами. Розриви або висмикування окремих сталевих з'єднань та анкерів кріплення стін до колон та перекриттів. Місцеве (крайове) пошкодження кладки на глибину до 20 мм під опорами ферм, балок, прогонів та перемичок у вигляді виколів, роздрібнення каменю або силових тріщин по кінцях опор, що перетинають не більше двох рядів кладки. Тріщини в перемичках шириною розкриття до 5 мм та в склепіннях (арках) до 1 мм. Зміщення плит перекриття на опорах не більше ніж на 1/5 глибини закладання (1/15 для балок на колонах та стовпах), але не більше 20 мм. Вогневе пошкодження від пожежі кладки армованих та неармованих стін та стовпів на глибину до 20 мм (без облицювання)
"4"	Обвали ділянок стін, масове випадіння цегли (каміння). Руйнування (в т.ч. розкриття та зміщення по швах) кладки в замку та п'ятах склепінь і арок; візуально виявлені прогини в цих конструкціях. Розморожування та вивітрювання кладки на сумарну глибину (з обох боків) більше 25 % товщини. Вертикальні та косі силові тріщини від стискальних напружень в несучих стінах та стовпах на висоту більше чотирьох рядів кладки (довжиною більше 350 мм) та від двох до чотирьох рядів при числі тріщин більше чотирьох на 1 м ширини. Інші тріщини в несучих колонах і стовпах, простінках

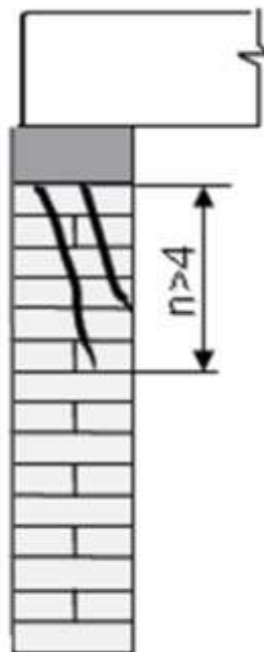
Категорія 1 – нормальний стан, категорія 2 – задовільний стан, 3- непридатний до нормальної експлуатації стан, 4- аварійний стан.

Непридатний до нормальної експлуатації (передаварійний) стан кам'яних і армокам'яних конструкцій характеризується наступними ознаками:

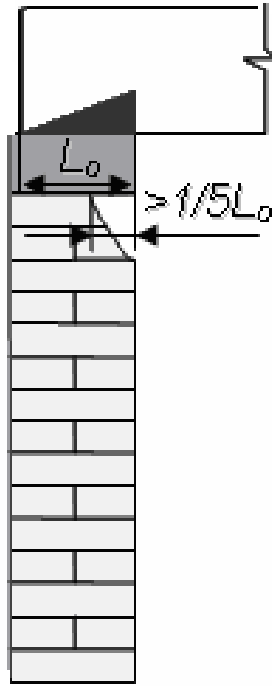
- силові тріщини розкриттям понад 2 мм, що перетинають понад вісім рядів кладки;



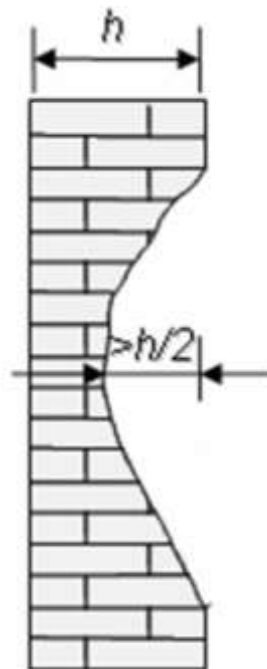
- утворення під опорами прогонових конструкцій вертикальних і похилих тріщин, що перетинають понад чотири ряди кладки;



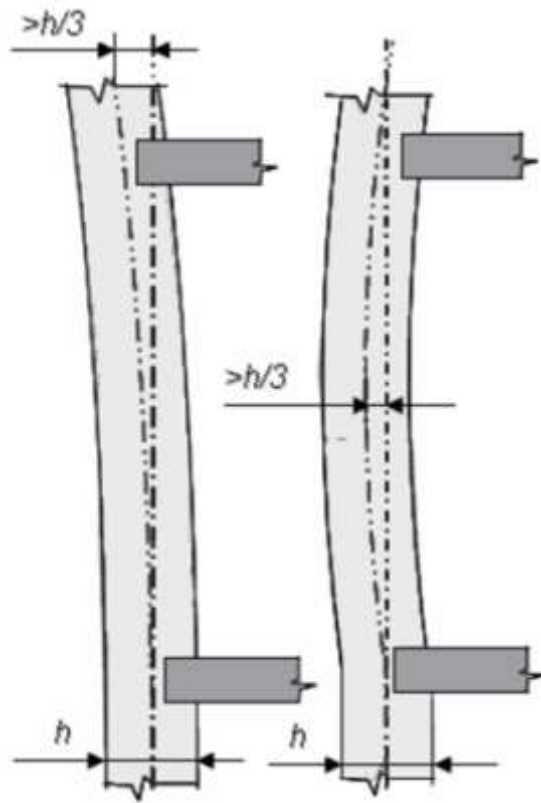
- крайове пошкодження кладки під опорами на глибину понад $1/5$ опори;



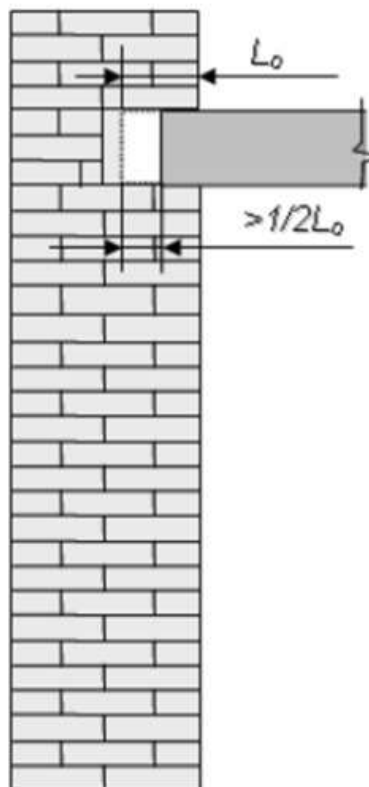
- пошкодження кладки на глибину понад 50 % товщини;



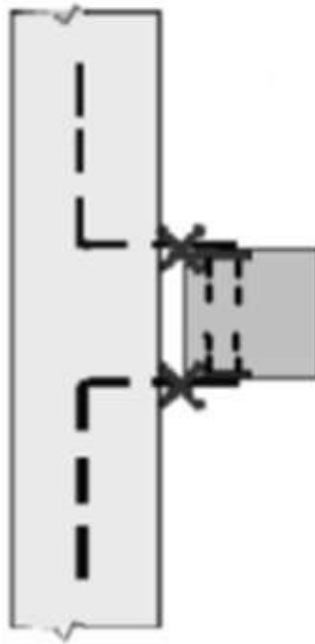
- відхилення від вертикалі та випучування стін у межах поверху понад $1/3$ їхньої товщини;



- зміщення конструкцій перекриття на опорах понад $1/2$ глибини закладання в стіні;



- руйнування анкерних зв'язків кріплення цегляних стін до колон.



Технічний стан пошкоджених цегляних конструкцій будинків визначають на основі результатів їх натурних обстежень, які включають:

- ознайомлення з наявною проєктною і виконавчою документацією та її аналіз;
- вивчення проєктних даних;
- візуальні та інструментальні обстеження тримальних і огорожувальних конструкцій з фіксацією дефектів і пошкоджень;
- оцінка технічного стану пошкоджених конструкцій, характеру та масштабів їх пошкодження;
- конструктивних рішень, перевірка основних геометричних параметрів тримальних елементів;
- виконання інструментальних досліджень фактичної міцності матеріалів тримальних конструкцій;
- перевірні розрахунки тримальних та огорожувальних конструкцій;
- оцінювання можливості відновлення пошкоджених тримальних та огорожувальних конструкцій;
- розробка рекомендацій щодо можливості забезпечення надійної експлуатації будинку після ліквідації пошкоджень та визначення

переліку робіт з ремонту, відновлення або підсилення конструкцій, а також, за потреби, з демонтажу конструкцій.

1.3. Способи підсилення пошкоджень та відновлення цегляних конструкцій будівель

Підсиленням конструкції називається комплекс конструктивно-технологічних заходів, спрямованих на відновлення втрачених експлуатаційних властивостей конструкції (надійність, безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність тощо) та/або їх поліпшення.

Підсилення пошкоджених конструкцій будівель може бути *аварійним, тимчасовим та капітальним*.

Аварійні підсилення виконують в екстремальних випадках з метою відновлення несучої здатності конструкцій та підтримки її до початку капітальних робіт. Невідкладні протиаварійні роботи мають запобігти подальшому не прогнозованому руйнуванню об'єкта при пошкодженнях тримальних конструкцій, і обвалення може трапитися у будь-який час. Аварійно-відновлювальні роботи включають підсилення або заміну окремих тримальних чи огороджувальних конструкцій і виконуються, якщо немає загрози обвалення об'єкта. Як правило, такі роботи зводяться до встановлення додаткових опор, що дозволяє безпечно відновити експлуатаційну придатність або демонтувати пошкоджені конструкції або об'єкт у цілому, або законсервувати об'єкт, якщо визначено таку доцільність.

Тимчасове підсилення виконують для конструкцій, нормальну експлуатацію яких необхідно забезпечити до початку капітального підсилення. Такі підсилення розраховані на короткі терміни і тому для них приймаються найпростіші конструктивно-технологічні рішення.

Капітальне підсилення використовується для реконструкції пошкоджених будівель і споруд.

Існують багато способів і технологій підсилення цегляних конструкцій будівель. Підсиленню цегляних конструкцій присвячено праці Г. Бадьїна, В. Танічева [1], А. Барашикова, О. Малишева [3], А. Бєдова [11], Мальганова, В. Плевкова, А. Полищука [27,28], А. Савйовського [36], В. Шагіна [39] та інших.

Розглянемо основні способи підсилення цегляних конструкцій та їх відновлення. Всі способи підсилення цегляних конструкцій можна поділити на традиційні, які широко розповсюджені і використовують традиційні матеріали та технології та інноваційні, які використовують новітні матеріали та технології або ще не набули широкого поширення.

Традиційні способи підсилення цегляних конструкцій.

1. Підсилення цегляних конструкцій включенням їх в обойму [7,27]. Одним з найбільш ефективних методів підвищення несучої здатності існуючої кам'яної кладки пошкоджених цегляних конструкцій є включення її в обойму. При цьому цегляна кладка працює в умовах всебічного стиснення, що значно збільшує її опірність впливу поздовжніх сил. Застосовують три основні види обойм: сталеві, залізобетонні та армоштукатурні. Основними факторами, що впливають на ефективність обойм, є: відсоток поперечного армування обойми, марка бетону або штукатурного розчину і стан кладки, а також схема передачі зусилля на конструкцію.

Дослідами встановлено, що цегляні стовпи і простінки, які мають тріщини, і посилені обоймами, повністю відновлюють свою несучу здатність.

Сталеву обойму виконують з вертикальних кутиків, які встановлюють на розчині по кутах елемента, і хомутів із смугової сталі або круглих стрижнів, приварених до кутиків. Відстань між хомутами приймають не більше меншого розміру перерізу і не більше ніж 50 см (рисунок 1.13, а). Сталеву обойму захищають від корозії шаром цементного розчину товщиною

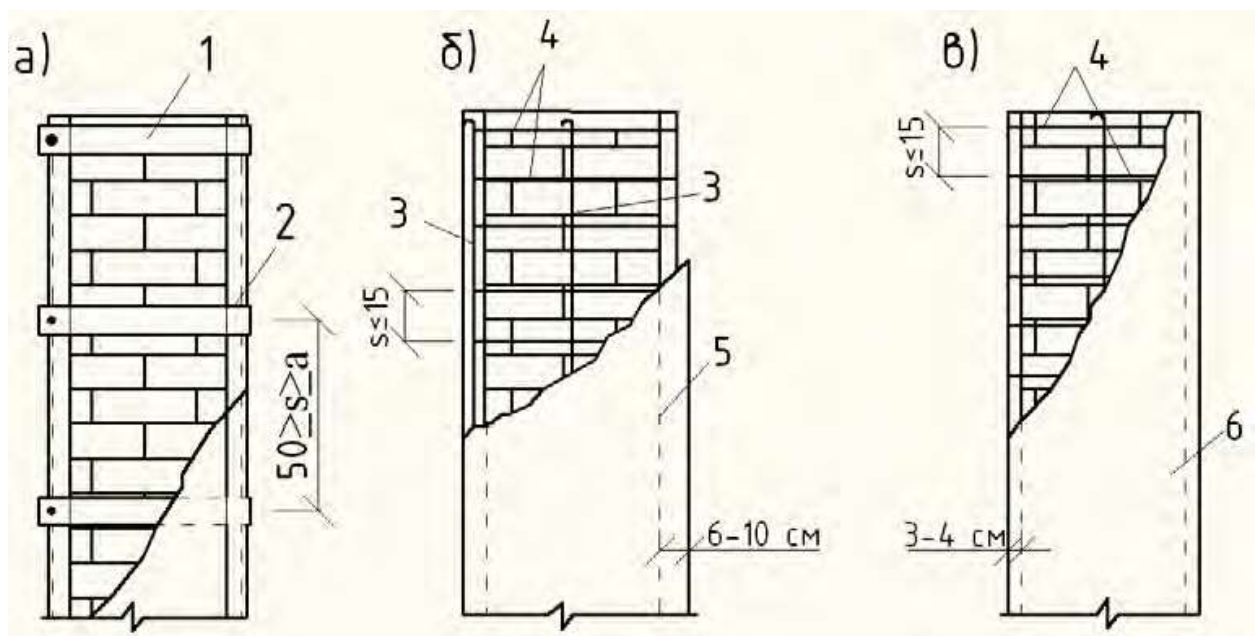
від 25 мм до 30 мм. Для надійного зчеплення розчину сталеві кутики закривають металевою сіткою.

Залізобетонну обойму виконують з бетону класу за міцністю на стиск С10-С15 з армуванням вертикальними стрижнями і зварними хомутами. Товщину обойми визначають за розрахунком і приймають від 6 см до 10 см (рисунок 1.13, б).

Армоштукатурна обойма відрізняється від залізобетонної тим, що замість бетону арматуру покривають шаром цементного розчину марками М50 – М100.

Основними факторами, що впливають на ефективність обойм, є: відсоток поперечного армування обойми (хомутами), марка бетону або розчину, стан існуючої кладки, а також схема передачі зусилля на конструкцію.

Дослідами встановлено, що цегляні стовпи і простінки, що мали тріщини і були посилені обоймами, повністю відновлюють свою несучу здатність.



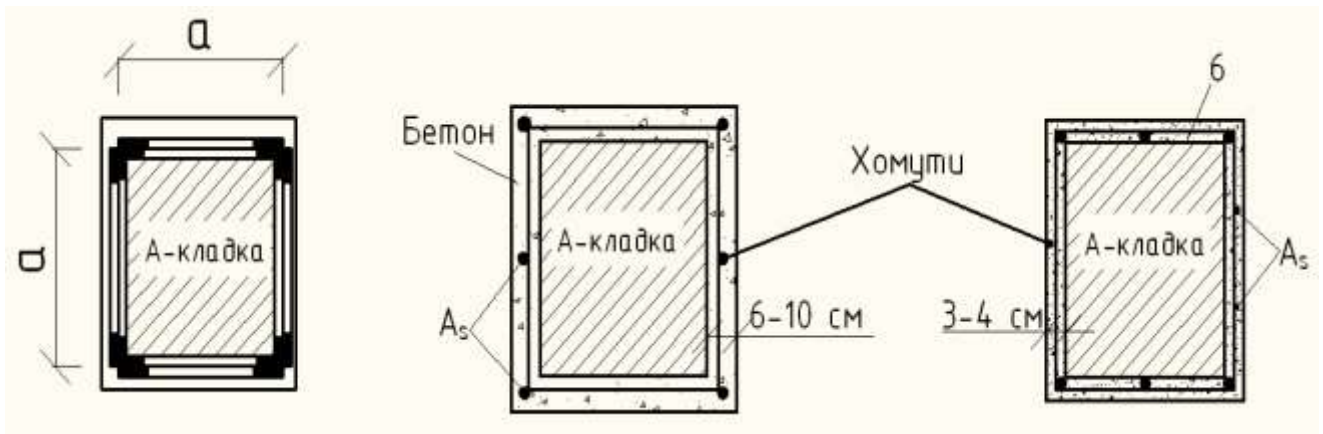


Рисунок 1.13 – Схема підсилення цегляних стовпів обоймами:

а) металевою; б) залізобетонною; в) армованою штукатуркою; 1 – планка перетином 35 мм × 5 мм – 60 мм × 12 мм; 2 – зварювання; 3 – стрижні діаметром від 5 мм до 12 мм, 4 – хомути діаметром 4 ... 10 мм; 5 – бетон класу за міцністю на стиск С7,5 ... С15; 6 – штукатурка (розчин марки 50 ... 100)

2. Влаштування накладних сталевих поясів (з кутиків, швелерів). Використовується, в основному, при підсиленні простінків. Сталеві кутики (швелери) скріплюються поперечними полосами з двох сторін простінка та з'єднуються між собою стяжними болтами, що проходять через кладку простінка.

Кам'яні простінки можливо відновлювати за допомогою влаштування несучого сердечнику в стіні (коли неможливе збільшення перерізу цегляної стіни). При цьому в кладці вибивають борозду та встановлюють сталевий або залізобетонний елемент [27, 28].

Відновлення цегляних стін можливо виконати за допомогою влаштування штукатурної попередньо напруженої обойми (рис 1.14). В цегляній стіні, що посилюється роблять отвори для тяжів, в які встановлюють анкерні тяжи з їх закріпленням на сталевих пластинах. До сталевих пластин приварюють попарно встановлені стягнуті арматурні

стрижні. Надалі натягується арматурна сітка та виконується штукатурка поверхні [27].

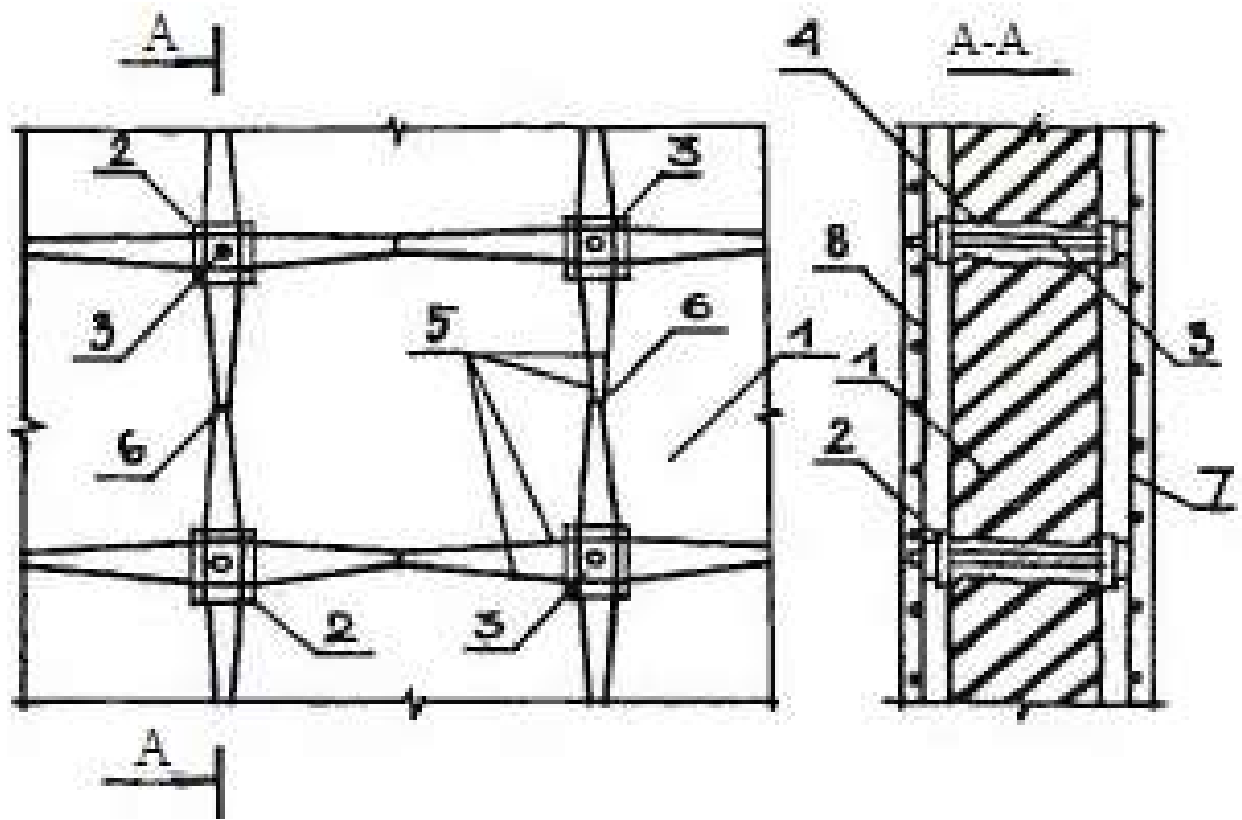


Рисунок 1.14 – Влаштування штукатурної попередньо напруженої обойми: 1 – стіна, що підсилюється; 2 – металеві пластини з отворами для тяжів; 3– тяжі-зв’язки; 4 – отвори; 5 – арматурні стрижні, які приварюють к пластинам та попарно стягують; 6 – утискувачі; 7 – арматурні сітки; 8 – штукатурка із цементно-піщаного розчину

Підсилення методом розвантаження з подальшою заміною стовпа (простінка). За допомогою дерев’яних стійок і клину, або гвинтових домкратів, навантаження від верхньої несучої конструкції передається на основу і замінюється існуюча кам’яна конструкція.

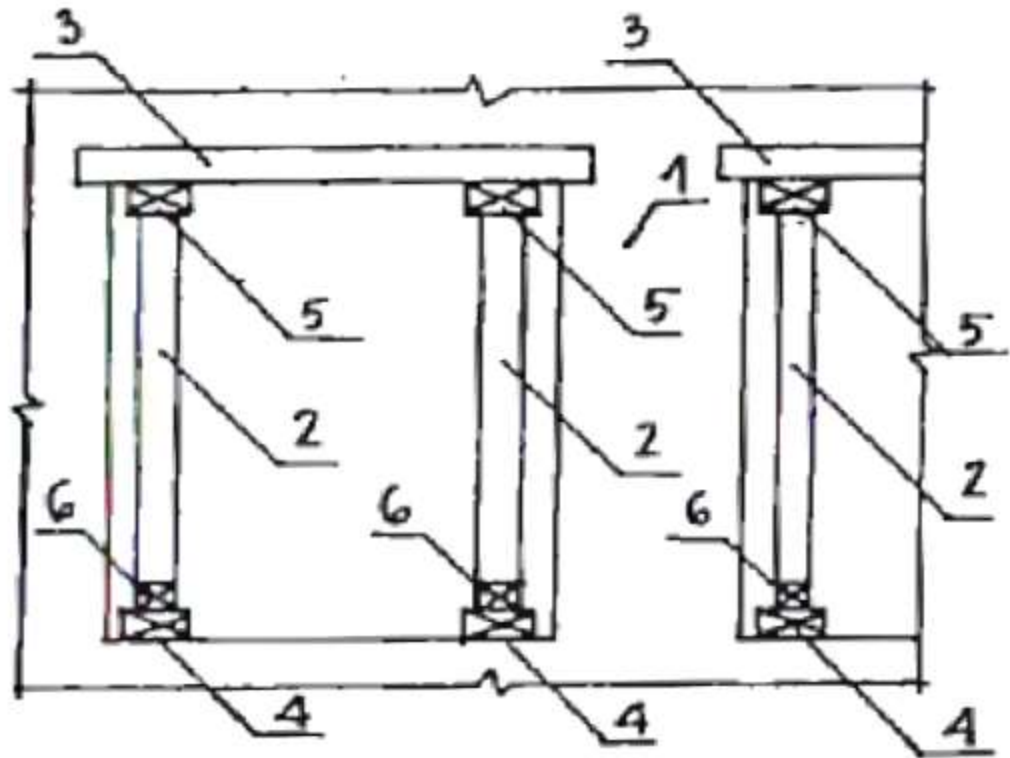


Рисунок 1.15 – Підсилення розвантаженням з подальшою заміною простінка: 1 – простінок, що підсилюється; 2 – розвантажувальні стійки; 3 – залізобетонні перемички; 4 – лежень; 5 – підкладки; 6 – клин

4. Підсилення цегляних конструкцій встановленням вертикальної арматури. Частина вертикального навантаження сприймає вертикальна зовнішня арматура, яка може бути встановлена як з однієї так із двох сторін стіни, що посилюється.

Кріплення арматури в верхній і нижній частини стіни може виконуватися різними способами:

- влаштуванням залізобетонного поясу в штробі;
- влаштуванням залізобетонної шпонки в кармані;
- встановленням металевих анкерів на бетонні чи розчині;
- встановленням металевих пластин стягнутих тяжами;

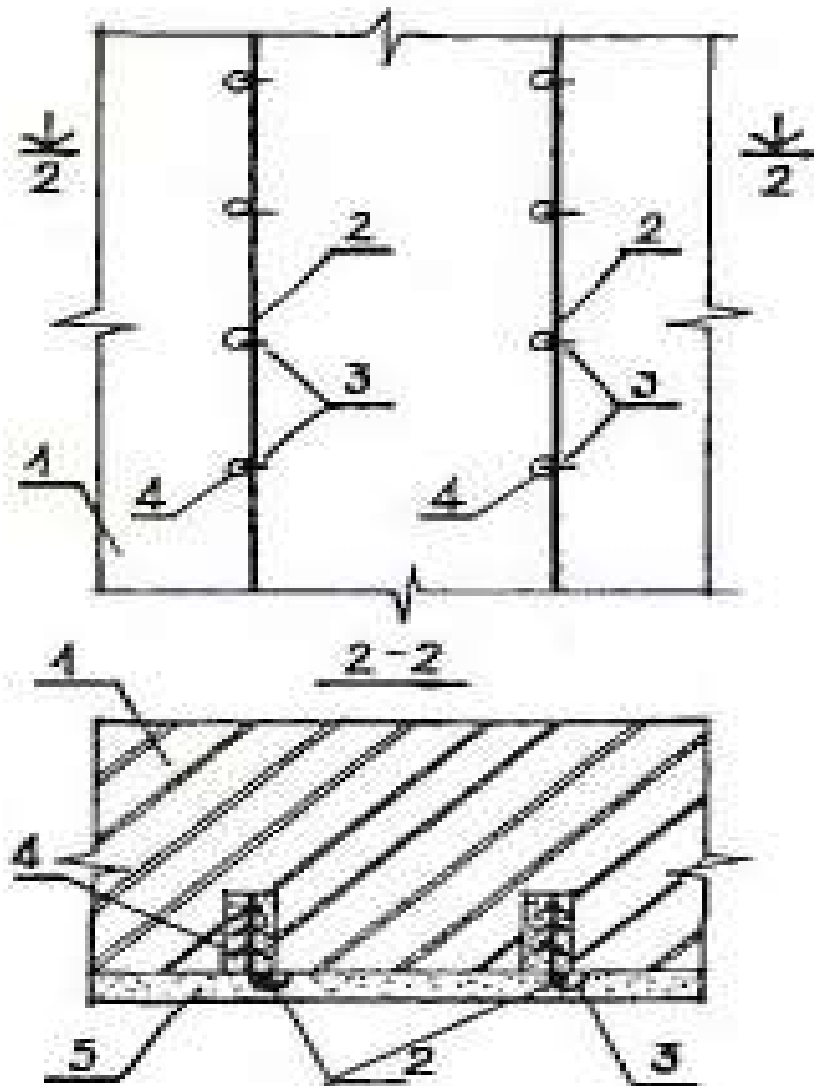


Рисунок 1.16 - Посилення цегляних конструкцій односторонньою залізобетонною обіймою: 1 – стіна, яка підсилюється; 2 - поздовжня арматура; 3 – анкери ; 4 - отвори для анкерів; 5 – штукатурка

5. Підсилення цегляних конструкцій встановленням повздовжньої арматури в вертикальних штробах (Рисунок 1.17). Виконується аналогічно до попереднього способу підсилення, за виключенням розміщення арматури в штробі, що потім заповнюється розчином або бетоном.

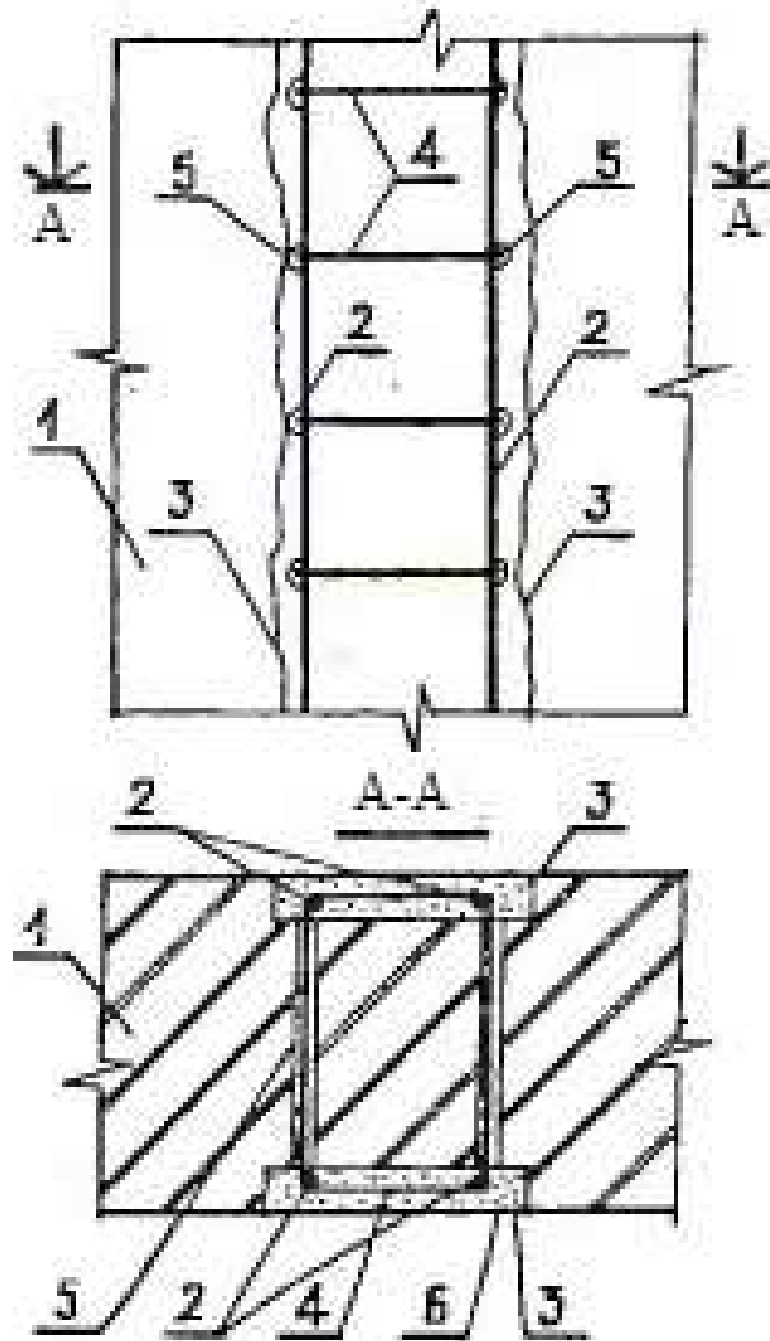


Рисунок 1.17 - Посилення цегляних конструкцій встановленням поперечних хомутів: 1 – стіна, яка підсилюється; 2 - поздовжня арматура; 3 – штроба ; 4 – поперечні хомути; 5 – отвори для хомутів; 6 - штукатурка

Докладніше розглянемо та проаналізуємо сучасні способи підсилення цегляних конструкцій.

1. Підсилення обоями з різних композиційних матеріалів: з вуглецевих волокон, у вигляді ламелей та сіток. Вуглецеве волокно - сучасний матеріал, що складається з найтонших ниток діаметром 5-15 мікрометрів, утворених переважно атомами вуглецю, які об'єднані в найдрібніші кристали, розташовані паралельно один до одного. Завдяки такому розташуванню кристалів вуглецеве волокно має значну міцність на розтяг.

2. Підвищення площі перерізу простінка досягають збільшенням його ширини. В цьому випадку з двох боків простінка викладають нові ділянки кладки, яку надійно перев'язують зі старою, а при необхідності і армують. Пошкоджені несучі простінки розвантажуються, площа перерізу простінків збільшується, відповідно зменшується площа віконних отворів, і тому віконні блоки підлягають заміні. Інший менш відомий вид обойми – цегляна, тобто, взяття кам'яної кладки в цегляну обойму [27].

3. Спосіб підсилення з використанням різних видів з'єднувальних анкерів, скоб, в'язів, тощо є достатньо розповсюдженим. Але, найбільш перспективним в даному способі підсилення є використання гнучких спіралеподібних в'язів, що дозволяє їх встановлювати забиванням, або укручуванням в матеріал кладки.

Спіралеподібні гнучкі в'язі виготовляються з круглого нержавіючого дроту. Закріплення ремонтної в'язі відбувається у вигляді механічного замка, який утворюється між спіраллю і гвинтоподібним пазом.

При застосуванні спіральних анкерів спеціальний розчин укладається в попередньо прорізані щілини, надалі в нього утоплюються спіралевидні стрижні. Можливе також використання гнучких спіралевидних ремонтних зв'язків для поверхень складних форм.



Рисунок 1.18 – Посилення цегляної стіни застосуванні спіральних анкерів

Замість сталевих стрижнів можливо використовувати фібро-армовані пластики (FRP) (Рисунок 1.19).



Рисунок 1.19 – Посилення цегляної стіни застосуванні стрічки FRP

4. Відновлення цегляної кладки різними полімерними, композиційними матеріалами [18].

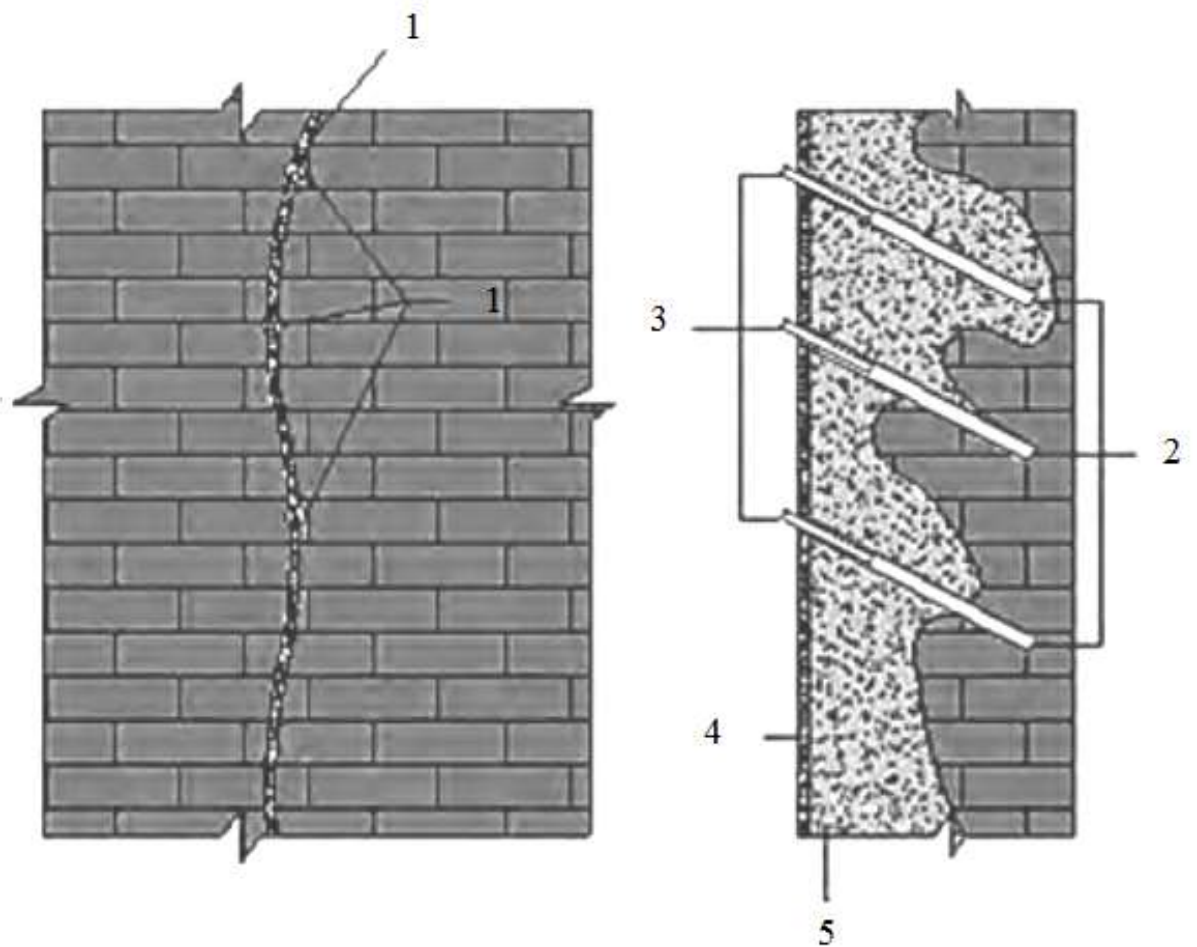


Рисунок 1.20 – Конструктивно-технологічна схема ін'єктування тріщин у кладці цегляної стіни: 1 – тріщина; 2 – шпуре; 3 – патрубки (пакери); 4 – цементний або гіпсовий розчин; 5 – полімерний розчин.

Цей спосіб полягає в ін'єктуванні швидкозастигаючого полімерного розчину в попередню висвердлені отвори в тріщинах кладки. Сутність ін'єктування тріщин полягає у наступному. Тріщини закладають цементним або гіпсовим розчином на глибину 3-5 мм. Далі, через пакери (патрубки), встановлені у пробурені отвори на глибину 90% товщини стіни, нагнітають під тиском ін'єкційний розчин, який заповнює щілини та порожнини (Рисунок 1.20). Залежно від ширини тріщин, характеру поверхні конструкції і інших факторів, використовуються пакери: клейові, клинові, розтискні і забивні. Після затвердіння полімерного розчину, відбувається замонолічування цегляної кладки.

Шпонки з розчину влаштовують для того, щоб зв'язати ділянки стіни розділені глибокими тріщинами. Тріщини розширюють, з певним кроком забивають у стіну арматуру і влаштовують шпонки з вапняно-цементного розчину.

Посилення конструкцій зовнішнім армуванням з використанням FRP. Суть технології зовнішнього армування полягає у тому, що за допомогою спеціальних модифікованих смол приклеюються тканини з високоміцних вуглецевих і скляних ниток, або готових елементів з них (полотен, ламінатів) (рисунок 1.21.). Товщина елементів зовнішнього армування є незначною.

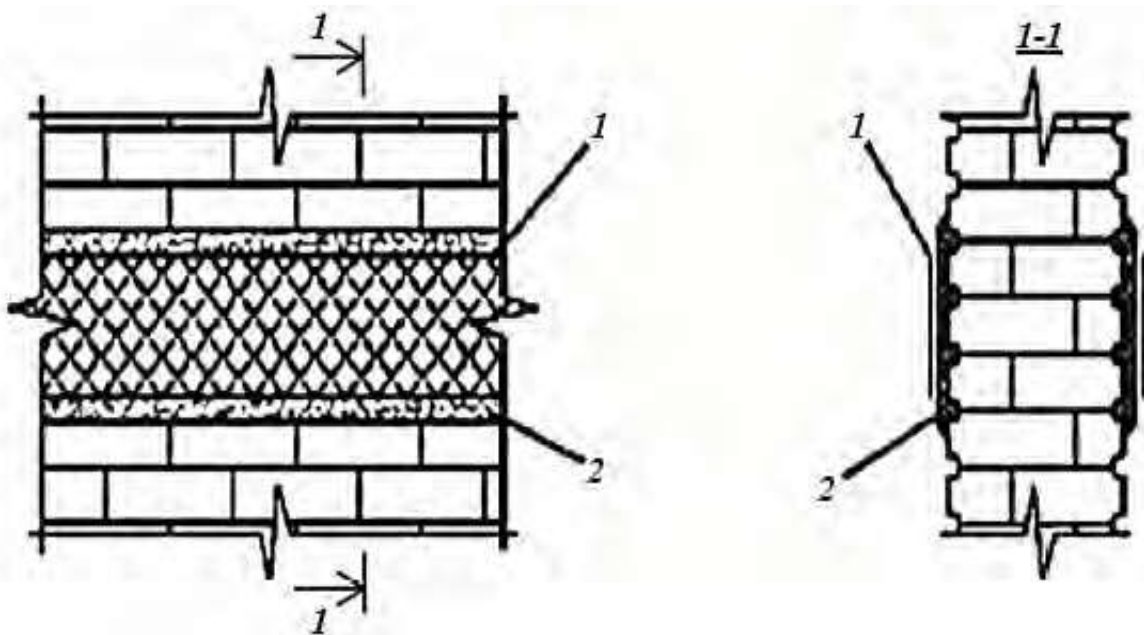


Рисунок 1.21 – Посилення цегляної стіни зовнішнім армуванням з використанням FRP: 1 – стрічки з вуглецевих волокон; 2 – високоміцний ремонтний склад

Приклеювання за допомогою епоксидного клею є недовговічним через його старіння, шкідливе для здоров'я людей, потребує сухої та вирівняної поверхні, визначеної температури, та залучення висококваліфікованих працівників. Цих недоліків можливо уникнути, якщо замість клею використовувати спеціальні штукатурні розчини із неорганічних мінеральних матеріалів з модифікованими полімерними добавками. В цьому разі на

очищену поверхню кам'яної кладки, після її зволоження, наносять шар штукатурного розчину товщиною 3 мм, в який утоплюють армуючу сітку із композиційних матеріалів. На сітку наноситься штукатурний шар товщиною 8-10 мм, поверхня якого піддається фінішній обробці. За необхідності, для збільшення міцності можливе застосування ще декількох шарів сітки.

Отже, кожен з наведених способів може бути обраним для посилення пошкодженої цегляної кладки конструкції, чи відновлення в цілому.

Різноманітність існуючих способів підсилення конструкцій ускладнює їх вибір і обумовлює необхідність проведення аналізу їхніх варіантів.

Вибір конкретного способу підсилення залежить від поставлених завдань і доцільність їх використання і має бути обґрунтований відповідним техніко-економічним розрахунком.

Але в загальному найбільш поширеними є два основні способи підсилення цегляних конструкцій:

- підсилення з демонтажем і відновленням конструктивних елементів;
- підсилення зі збереженням і відновленням пошкоджених конструкцій шляхом включення в обійму.

Відповідно дослідження нових видів обойм з композиційних матеріалів є достатньо актуальними та перспективними.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКИ ПІДСИЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

2.1. Перевірні та проектні розрахунки пошкоджених цегляних конструкцій будівель та споруд

Міцність пошкоджених цегляних конструкцій будівель та споруд внаслідок воєнних дій визначається перевірними розрахунками на основі результатів їх обстеження.

Пошкодженнями цегляних конструкцій будівель які впливають на зниження міцності конструкції є:

- тріщини;
- руйнування поверхневих шарів кладки;
- поява ексцентриситетів, які викликані відхиленням конструкції від вертикалі;
- порушення конструктивних зв'язків між стінами;
- пошкодження опор балок, плит, перемичок, зміщення елементів конструкцій;
- вогнені пошкодження кладки

За наявності пошкоджень кам'яних конструкцій у перевірних розрахунках вводять *коефіцієнти зниження несучої здатності* у відповідності з ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану» [9].

Вертикальні силові тріщини враховуються введенням коефіцієнту зниження несучої здатності (табл.2 .1).

Таблиця 2.1.

Коефіцієнт зниження несучої здатності при утворенні силових тріщин від стискаючих зусиль

№ п/п	Характер пошкодження	Коефіцієнт γ	
		Неармовані конструкції	Армовані конструкції
1	Тріщини в окремих цеглинах, що не перетинають розчинні шви	1,00	1,00
2	Волосяні тріщини, що перетинають не більше двох рядів кладки	0,90	1,00
3	Те саме, при перетині не більше чотирьох рядів кладки при числі тріщин не більше чотирьох на 1 м ширини (товщини) стіни, стовпа або простінка	0,75	0,90
4	Тріщини з розкриттям до 2 мм, що перетинають не більш 8 рядів кладки при числі тріщин не більш чотирьох на 1 м ширини (товщини) стіни, стовпа або простінка	0,50	0,70

Пошкодженні кладки опор конструкцій враховуються введенням коефіцієнт зниження несучої здатності(табл.2 .2).

Таблиця 2.2.

Коефіцієнт зниження несучої здатності при пошкодженні кладки опор балок, ферм та перемичок

№ п/п	Характер пошкодження кладки опор	Коефіцієнт γ_c	
		Неармовані конструкції	Армовані конструкції
1	Місцеве (крайове) пошкодження кладки на глибину до 20 мм (дрібні тріщини, відшарування у вигляді поду та утворення вертикальних тріщин на кінцях опор (або опорних подушок), балок, ферм або перемичок, що перетинають не більше двох рядів кладки	0,75	0,9
2	Те саме, при перетині тріщинами не більше чотирьох рядів кладки	0,5	0,75
3	Крайове пошкодження кладки на глибину більше 20 мм та утворення вертикальних та косих тріщин по кінцях та під опорами (опорними подушками) балок та ферм, що перетинають більше чотирьох рядів кладки	0	0,5

Зниження несучої здатності конструкцій після пожежі враховуються введенням коефіцієнт зниження несучої здатності залежно від глибини пошкодження кладки(табл.2 .3).

Таблиця 2.3.

Коефіцієнт зниження несучої здатності при вогневому пошкодженні

Глибина пошкодження кладки,см (без штукатурки)	Коефіцієнт зниження несучої здатності кам'яних конструкцій		
	Стіни товщиною перерізу 38 см і більше при вогневому пошкодженні		Стовпи розмірами поперечного перерізу 38 см і більше
	однобічному	двобічному	
до 0,5	1,0	0,95	0,9
до 2,0	0,95	0,9	0,85
До 5,0-6,0	0,9	0,8	0,7

Найчастіше у практиці перевірни розрахунки кам'яних конструкцій виконуються для центрово-стиснутих елементів

Розрахунок центрово-стиснутих елементів неармованих кам'яних конструкцій виконують за формулою:

$$N \leq m_g \varphi f_d A,$$

де N – розрахункова поздовжня сила;

f_d – розрахунковий опір стиску кладки (що визначають відповідно до таблиць 1-8 додатків. Розрахункові опори f_d , стиску кладки із цегли всіх видів і з керамічних наведено в таблиці 2.4;

A – площа перерізу елемента;

φ – коефіцієнт поздовжнього згину.

m_g – коефіцієнт, що враховує вплив тривалого навантаження; його визначають за формулою

$$m_g = 1 - \eta \frac{N_g}{N} \left(1 + \frac{1,2e_{0g}}{h} \right),$$

де N_g – розрахункова поздовжня сила від тривалих навантажень;

e_{0g} – ексцентриситет від дії тривалих навантажень. Для центровано-стиснутих елементів $e_{0g} = 0$, за менших розмірів прямокутного поперечного перерізу елементів $h \geq 30$ см (або з меншим радіусом інерції елементів будь-якого перерізу $i \geq 8,7$ см) коефіцієнт m_g приймають рівним одиниці.

Таблиця 2.4

Розрахункові опори f_d на стиск кладки з цегли всіх видів та керамічних каменів із щілиноподібними вертикальними пустотами на важких розчинах

Міцність цегли або каменя f_b , МПа	Розрахункові опори f_d , МПа (кгс/см ²), на стиск кладки з цегли всіх видів та керамічних каменів із щілиноподібними вертикальними пустотами шириною до 12 мм при висоті ряду кладки 50...150 мм на важких розчинах при міцності f_m розчину								При міцності розчину	
	20,0	15,0	10,0	7,5	5,0	2,5	1,0	0,4	0,2	нульовий
30,0	3,9 (39)	3,6 (36)	3,3 (33)	3,0 (30)	2,8 (28)	2,5 (25)	2,2 (22)	1,8(18)	1,7(17)	1,5(15)
25,0	3,6 (36)	3,3 (33)	3,0 (30)	2,8 (28)	2,5 (25)	2,2 (22)	1,9(19)	1,6(16)	1,5(15)	1,3(13)
20,0	3,2 (32)	3,0 (30)	2,7 (27)	2,5 (25)	2,2 (22)	1,8(18)	1,6(16)	1,4(14)	1,3(13)	1,0(10)
15,0	2,6 (26)	2,4 (24)	2,2 (22)	2,0 (20)	1,8 (18)	1,5(15)	1,3(13)	1,2 (12)	1,0(10)	0,8 (8)
12,5	-	2,2 (22)	2,0 (20)	1,9 (19)	1,7(17)	1,4(14)	1,2 (12)	1,1(11)	0,9 (9)	0,7 (7)
10,0	-	2,0 (20)	1,8 (18)	1,7 (17)	1,5(15)	1,3(13)	1,0(10)	0,9 (9)	0,8 (8)	0,6 (6)
7,5	-	-	1,5 (15)	1,4 (14)	1,3(13)	1,1 (11)	0,9 (9)	0,7 (7)	0,6 (6)	0,5 (5)
5,0	-	-	-	1,1 (11)	1,0(10)	0,9 (9)	0,7 (7)	0,6 (6)	0,5 (5)	0,35 (3,5)
3,5	-	-	-	0,9 (9)	0,8 (8)	0,7 (7)	0,6 (6)	0,45 (4,5)	0,4 (4)	0,25 (2,5)

Примітка. Розрахункові опори кладки на розчинах класу міцністю від 4 до 50 належить зменшувати застосуванням знижуючих коефіцієнтів: 0,85 - для кладки на жорстких цементних розчинах (без добавок вапна або глини), легких и вапняних розчинах у віці до 3 міс.; 0,9 - для кладки на

цементних розчинах (без вапна або глини) з органічними пластифікаторами.

Зменшувати розрахунковий опір на стиск не вимагається для кладки підвищеної якості - шов розчину виконується під рамку з вирівнюванням та ущільнення розчину рейкою.

Коефіцієнт поздовжнього згину φ для елементів постійного за довжиною перерізу приймають за табл. 2.5 залежно від гнучкості елемента:

$$\lambda_i = \frac{l_0}{i},$$

або прямокутного суцільного перерізу при відношенні:

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h_{tot}},$$

i пружної характеристики кладки α , що залежить від виду кладки і міцності розчину і який приймають за ДБН В.2.6-162 (табл. 2.6).

Табл. 2.5

Коефіцієнти поздовжнього згину кладки φ

Гнучкість		Коефіцієнт поздовжнього згину кладки φ при пружних характеристиках кладки α						
λ_h	λ_i	1500	1000	750	500	350	200	100
4	14	1,00	1,00	1,00	0,98	0,97	0,90	0,82
6	21	0,98	0,96	0,95	0,91	0,88	0,81	0,68
8	28	0,95	0,92	0,90	0,85	0,80	0,70	0,54
10	35	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,60	0,43
12	42	0,88	0,84	0,79	0,72	0,64	0,51	0,34
14	49	0,85	0,79	0,73	0,66	0,57	0,43	0,28
16	56	0,81	0,74	0,68	0,59	0,50	0,37	0,23
18	63	0,77	0,70	0,63	0,53	0,45	0,32	-
20	76	0,69	0,61	0,53	0,43	0,35	0,24	-
26	90	0,61	0,52	0,45	0,36	0,29	0,20	-
30	104	0,53	0,45	0,39	0,32	0,25	0,17	-
34	118	0,44	0,38	0,32	0,26	0,21	0,14	-
38	132	0,36	0,31	0,26	0,21	0,17	0,12	-
42	146	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,09	-
46	160	0,21	0,18	0,16	0,13	0,10	0,07	-
50	173	0,17	0,15	0,13	0,10	0,08	0,05	-
54	187	0,13	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04	-

Примітка: Для проміжних значень λ коефіцієнт φ визначають за інтерполяцією: l_0 – розрахункова висота (довжина) елемента; i – найменший радіус інерції перерізу елемента; h_{tot} – менший розмір прямокутного перерізу.;

Табл. 2.6

Пружна характеристика кладки

Вид кладки	Пружна характеристика α				
	при міцності розчину				
	2,5-20,0	1,0	0,4	0,2	нульовій
1. Із крупних блоків, виготовлених з важкого і крупнопористого бетону на важких заповнювачах та з важкого природного каменю ($\gamma > 1800 \text{ кг/м}^3$)	1500	1000	750	750	500
2. З каменів, виготовлених із важкого бетону, важких природних каменів та буту	1500	1000	750	500	350
3. Із крупних блоків, виготовлених із бетону на пористих заповнювачах і поризованого, крупнопористого бетону на легких заповнювачах	1000	750	500	500	350
4. Із крупних блоків, виготовлених з ніздрюватих бетонів виду: А	750	750	500	500	350
Б	500	500	350	350	350
5. Із каменів з ніздрюватих бетонів виду: А	750	500	350	350	200
Б	500	350	200	200	200

Вид кладки	Пружна характеристика α				
	при міцності розчину				
	2,5-20,0	1,0	0,4	0,2	нульовій
6. Із керамічних каменів	1200	1000	750	500	350
7. Із цегли глиняної пластичного пресування повнотілої та порожнистої, із порожнистих силікатних каменів, із каменів, виготовлених із бетону на пористих заповнювачах і поризованого, із легких природних каменів	1000	750	500	350	200
8. Із цегли силікатної повнотілої та порожнистої	750	500	350	350	200
9. Із цегли глиняної напівсухого пресування повнотілої та порожнистої	500	500	350	350	200

Примітка 1. При визначенні коефіцієнтів поздовжнього згину для елементів із гнучкістю $l_0 / i < 28$ або відношенням $l_0 / i < 8$ допускається приймати величини пружної характеристики кладки з цегли всіх видів, як для цегли пластичного пресування.

У загальному вигляді перевірі розрахунки центрово стиснутих неармованих кам'яних конструкцій виконуються у наступній послідовності:

- визначається конструктивна схема конструкції;
- виконується розрахунок діючих на конструкцію навантажень;
- визначаються міцнісні характеристики кладки з урахуванням її фактичного стану;
- виконується перевірки міцності.

Несуча здатність пошкоджених кам'яних конструкцій (колон, стовпів, простінків) може бути збільшена без демонтажу шляхом замкнення конструкції в обойму. У цьому випадку обойма буде перешкоджати поперечному розширенню кладки, що збільшить опір кладки впливу поздовжніх сил.

Розрахунок конструкцій з цегляної кладки підсиленій обоймами, у випадку центрального та позacentрового стиску при ексцентриситетах, які не виходять за межі ядра перерізу, виконують за формулами:

$$N \leq \psi \varphi \left(m_g m_k f_d + \eta \frac{2,5\mu}{1+2,5\mu} \cdot \frac{f_{sw}}{100} A + f_{sc} A'_s \right); \quad (1)$$

при сталевій обоймі:

$$N \leq \psi \varphi \left(m_g m_k f_d + \eta \frac{3\mu}{1+3\mu} \cdot \frac{f_{sw}}{100} A + f_{sc} A'_s \right); \quad (2)$$

при залізобетонній обоймі:

$$N \leq \psi \varphi \left(m_g m_k f_d + \eta \frac{2,8\mu}{1+2\mu} \cdot \frac{f_{sw}}{100} A \right). \quad (3)$$

при армованій розчиновій обоймі:

У формулах 1-3:

f_d – розрахунковий опір стиску кладки, що визначають відповідно до таблиць 1-8 додатку Р ДБН В.2.6-162;

Коефіцієнти Ψ і η приймають при центральному стиску $\Psi = 1$ і $\eta = 1$;

N – поздовжня сила;

A – площа перерізу кладки, яку необхідно підсилити;

A_s – площа перерізу поздовжніх кутиків сталеві обойми або поздовжньої арматури залізобетонної обойми;

A_s^1 – площа перерізу бетону обойми, між хомутами і кладкою (без урахування захисного шару);

f_{sw} – розрахунковий опір поперечної арматури обойми;

f_{sc} – розрахунковий опір кутиків або поздовжньої стиснутої арматури;

φ – коефіцієнт поздовжнього вигину (при визначенні значення приймають як для непідсиленої кладки);

m_g – коефіцієнт, що враховує вплив тривалого навантаження;

m_k – коефіцієнт умов роботи кладки, приймають рівним 1 для кладки без пошкоджень і 0,7 – для кладки з тріщинами;

m_b – коефіцієнт умов роботи бетону, що приймають : 1 – при передачі навантаження на обойму і наявності опори знизу обойми, 0,7 – при передачі навантаження на обойму і відсутності опори знизу обойми і 0,35 – без безпосередньої передачі навантаження на обойму;

– відсоток армування хомутами і поперечними планками.

Якщо рівнодійна стискувальних зусиль у перерізі виходить за межі ядра перерізу, то підсилення кладки обоймами є неефективним.

2.2. Практичні розрахунки з перевірки несучої здатності та пошкоджених елементів цегляних конструкцій

Вихідні дані для розрахунку. . В результаті вибуху ракети було зруйновано кутову частину багатопверхового житлового будинку у межах чотирьох поверхів (рисунок 2.1). Наявні руйнування конструкцій обумовили аварійний стан будинку.

Просторову стійкість будинку забезпечує монолітне залізобетонне ядро разом з залізобетонними пілонами та плоскими перекриттями . Висота поверхів 3 метра.Зовнішні та внутрішні стіни будинку виконані самонесучими в рівні кожного поверху з опиранням на плити перекриттів. Матеріал стін - цегляна кладка товщиною 250 мм, зовнішні стіни мають утеплення з пінополістиролу товщиною 100 мм.



Рисунок 2.1- Руйнування кутової частини багатоповерхового житлового будинку

Завдання: Виконати перевірний розрахунок пошкоджених внутрішніх стін будинку з керамічної цегли М50 на цементно-піщаному розчині М25 .

У стінах є тріщини з розкриттям до 2 мм, що перетинають до восьми рядів кладки. На момент обстеження фактичне розрахункове вертикальне навантаження на 1 пог.м стіни - 160 кН

Розв'язок. Розрахунок виконуємо для ділянки стіни шириною $b = 1000$ мм . Розрахункова висота стіни $l_0 = H = 3000$ мм = 300 см.

Перевіряємо несучу здатність стіни за формулою

$$N \leq m g \varphi f_d A \gamma_t$$

Попередньо визначаємо за таблиць усі необхідні дані для розрахунку:

1. Розрахунковий опір кладки стиску з урахуванням виду розчину

$$f_d = 0,90, 9 = 0,81 \text{ МПа,}$$

2. Площа поперечного перерізу $A = 250 \times 1000 = 250000$ мм² або $A = 0,25$ м².

3. Пружна характеристика цегляної кладки $\alpha = 1000$.

Гнучкість елемента прямокутного перерізу знаходимо за формулою,

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h} = \frac{300}{25} = 12$$

4. Коефіцієнт поздовжнього згину φ визначаємо залежно від пружної характеристик и кладки α і гнучкості елемента. За цими даними коефіцієнт поздовжнього згину $\varphi = 0,84$.

5. У формулу підставляємо усі значення:

$$N = m_g \varphi f_d A \gamma_t = 1 \cdot 0,84 \cdot 0,81 \cdot 0,25 \cdot 0,50 = 0,0857 \text{ Мн} = 85 \text{ кН} < 160 \text{ кН}.$$

Отже, несуча здатність пошкодженої стіни є недостатньою.

2.3 Практичний розрахунок підсилення пошкоджених елементів цегляних конструкцій у програмі КАМІН

Вихідні дані для розрахунку. Внаслідок обстрілу у житловому будинку відбулася пожежа, що призвело до руйнування опорядження та розшарування стін, стелі та вогневого пошкодження кладки цегляних стін та стовпів на глибину до 10 мм.

Завдання. Запроектувати підсилення сталевими обоймами пошкодженого стовпа. із суцільної глиняної цегли пластичного формування марки 75 на розчині марки 50. Розмір перерізу стовпа 51 см × 64 см, висота 300 см.



Рисунок 2.2 Руйнування опорядження стін, стелі, розшарування, вогневе пошкодження кладки, кіптява на поверхні конструкцій внаслідок пожежі

Для виконання розрахунку скористаємось програмою КАМИН (входить до складу комплексу SCAD Office), яка призначена для розрахунків та виконання перевірок кам'яних і армокам'яних конструкцій. У програмі КАМИН також виконується експертиза міцності кам'яних конструкцій, які мають тріщини та вогневі пошкодження внаслідок пожежі.

Пошкодження кам'яних конструкцій у програмі класифікують як:

- механічні в стінах, простінках і стовпах;
- механічні кладки опор балок, ферм, прогонів, перемичок;
- пошкодження кладки стін, стовпів, простінках при пожежі.

У довідковому режимі програми **Класифікація пошкоджень** наведено дані щодо коефіцієнтів зниження несучої здатності кам'яних конструкцій при різних механічних і вогневих пошкодженнях, а також рекомендації тимчасового підсилення конструкцій. Для отримання інформації вибираємо відповідний пункт із наведеного списку.

The screenshot shows the 'Камин - Классификация повреждений' window. The menu bar includes 'Файл', 'Режимы', 'Настройки', 'Сервис', and 'Справка'. The main area is titled 'Классификация повреждений' and contains a dropdown menu with the selected item 'Механические повреждения кладки стен, столбов, простенков'. Below this is a table with the following structure:

Характер повреждения кладки стен, столбов и простенков	Кoeffициент снижения несущей способности при кладке	
	<i>неармированной</i>	<i>армированной</i>
Трещины в отдельных кирпичах, не пересекающие растворные швы	1.0	1.0
Волосные трещины, пересекающие не более двух рядов кладки (длиной 15-18 см)	0.9	1.0
То же, при пересечении не более четырех рядов кладки (длиной до 30-35 см) при числе трещин не более четырех на 1 м ширины (толщины) стены, столба или простенка	0.75	0.9
Трещины с раскрытием до 2 мм, пересекающие не более восьми рядов кладки (длиной до 60 - 65 см) при числе трещин не более четырех на 1 м ширины (толщины) стены, столба, простенка	0.5	0.7
То же, при пересечении более восьми рядов (длиной более 65 см)	0.0	0.5

Вікно режиму „Класифікація пошкоджень”: пункт - механічні пошкодження в стінах, простінках і стовпах.

Камин - Классификация повреждений

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Классификация повреждений

Механические повреждения кладки опор балок, ферм, перемычек

Характер повреждения кладки стен, столбов и простенков	Коэффициент снижения несущей способности при кладке	
	неармированной	армированной
Местное (краевое) повреждение кладки на глубину до 2 см (мелкие трещины, отслоение в виде лещадок) и образование вертикальных трещин по концам опор (или опорных подушек) балок, ферм и перемычек, пересекающих не более двух рядов кладки (длиной до 15-18 см)	0.75	0.9
То же, при пересечении трещинами не более четырех рядов кладки (длиной до 30 - 35 см)	0.5	0.75
Краевое повреждение кладки на глубину более 2 см и образование вертикальных и косых трещин по концам и под опорами (опорными подушками) балок и ферм, пересекающих более четырех рядов кладки (длиной более 30 см)	0	0.5

Вікно режиму „Класифікація пошкоджень”: пункт - пошкодження кладки опор балок, ферм, прогонів, перемичок.

Камин - Классификация повреждений

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Классификация повреждений

Повреждения кладки стен, столбов, простенков при пожаре

Глубина повреждения кладки (без штукатурки), см	Коэффициент снижения несущей способности		
	стены толщиной 38 см и более при огневом повреждении		столбы при наибольшем размере сечения 38 см и более
	одностороннем	двустороннем	
До 0,5	1.0	0.95	0.9
До 2	0.95	0.9	0.85
До 5-6	0.9	0.8	0.7

Вікно режиму „Класифікація пошкоджень”: пункт - пошкодження кладки стін, стовпів, простінках при пожежі.

Врахування пошкоджень зводиться до зниження розрахункових опорів

кладки і зменшення розмірів поперечних перерізів елементів.

Механічні та вогневі пошкодження можуть одночасно мати місце в одному конструктивному елементі. Вогневі пошкодження враховуються тільки для стін, товщина яких не менше 38 см, або для стовпів, найбільший розмір перерізу яких не менше 38 см. Сумарне максимальне зниження розрахункового опору від вогневих і механічних пошкоджень не повинно перевищувати 50 відсотків.

При зверненні до програми з'являється головне вікно, у якому вибирають режим роботи. Режими можна умовно поділити на п'ять груп, у чотирьох з яких — **Кам'яні конструкції, Армокам'яні конструкції, Реконструйовані конструкції, Вузли обпирання** виконуються конструктивні розрахунки і перевірки елементів кам'яних і армокам'яних конструкцій, а п'ята є довідковою — **Довідкова інформація**.

Для запуску програми активізуємо піктограму **SCAD Office**



На екрані з'являється головне вікно програми у якому вибираємо режим **Реконструйовані конструкції** – Позацентрово-стиснуті стовпи підсилені обіймами.

Вибираємо режим роботи – *Позацентрово стиснуті стовпи*

На сторінці **Загальні дані** вікна діалогу задаємо:

коефіцієнт надійності за відповідальністю - *0,95*;

вік кладки -*більше року*;

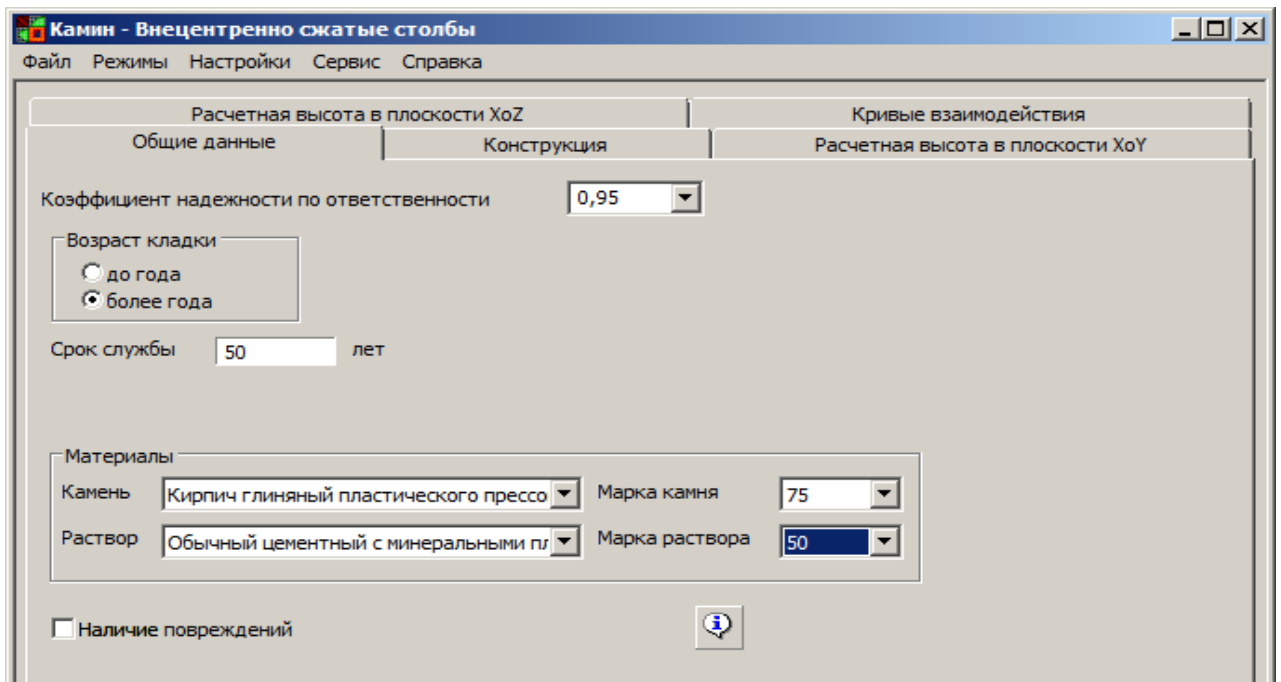
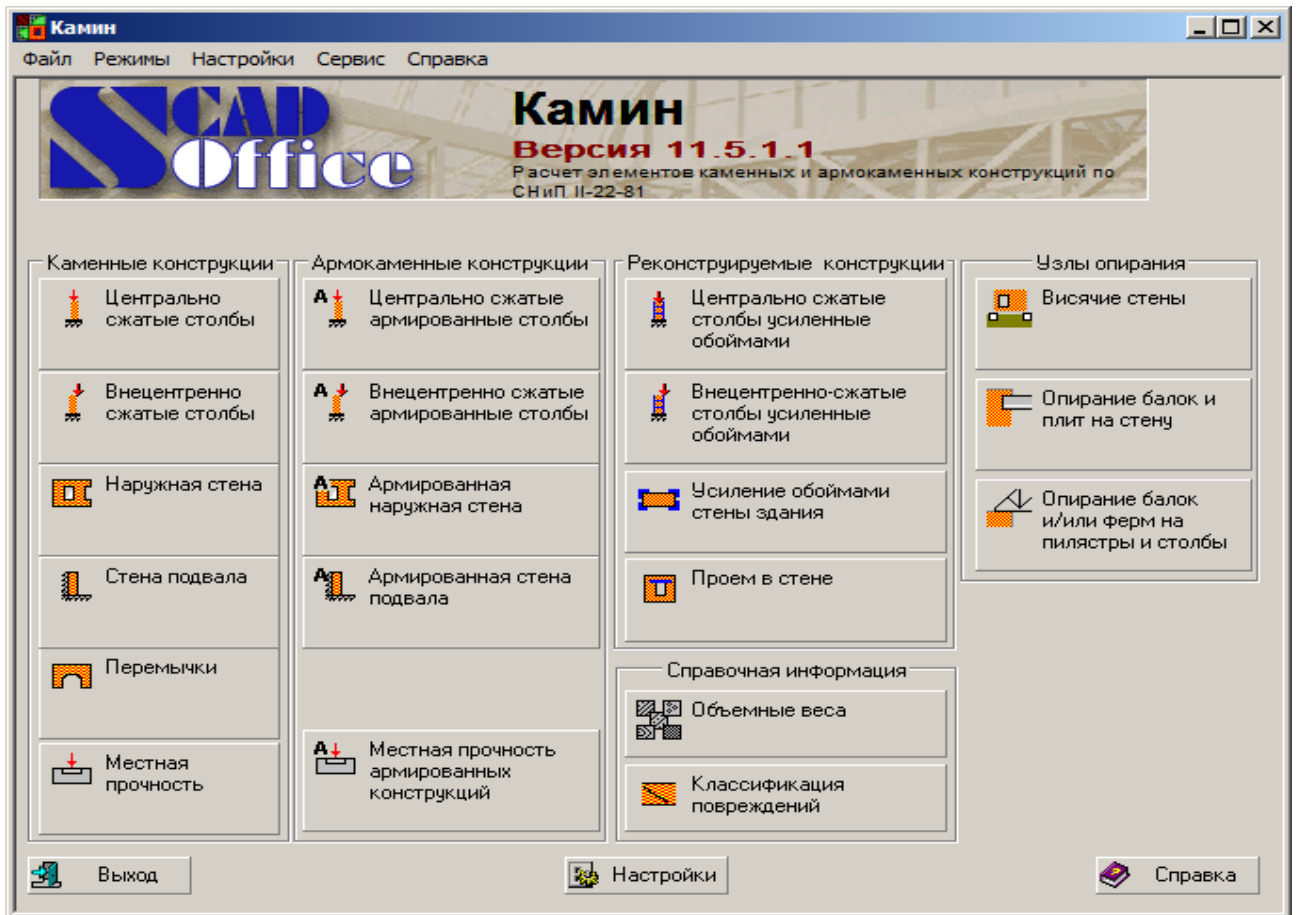
термін служби - *50 років*;

камінь - *цегла глиняна пластичного пресування*;

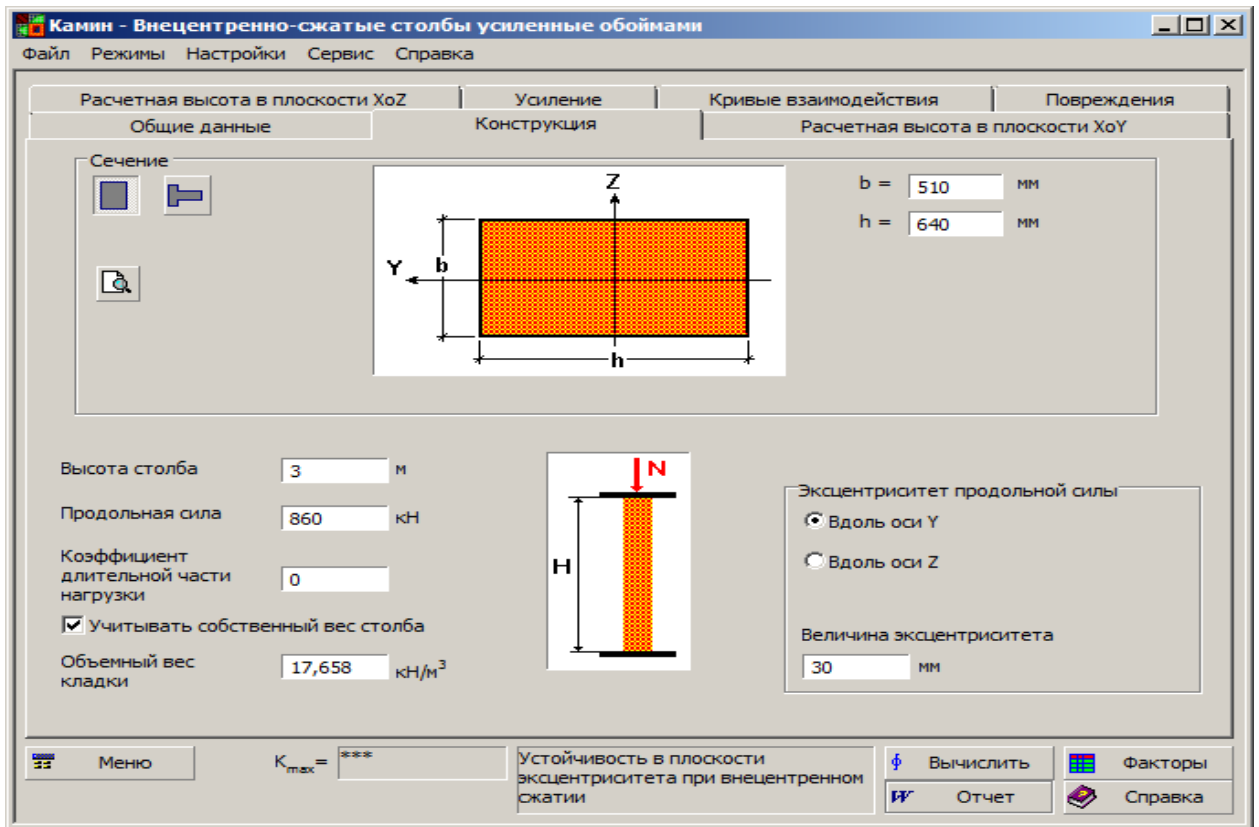
марка каменю - *75*;


розчин - *звичайний цементний з мінеральними пластифікаторами*;

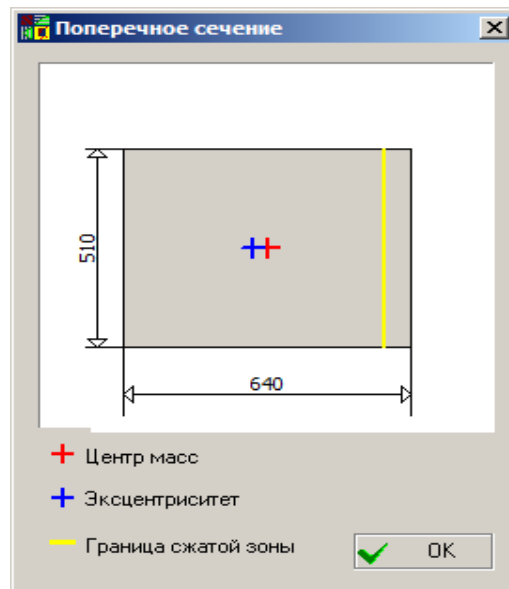
марка розчину -*50*.



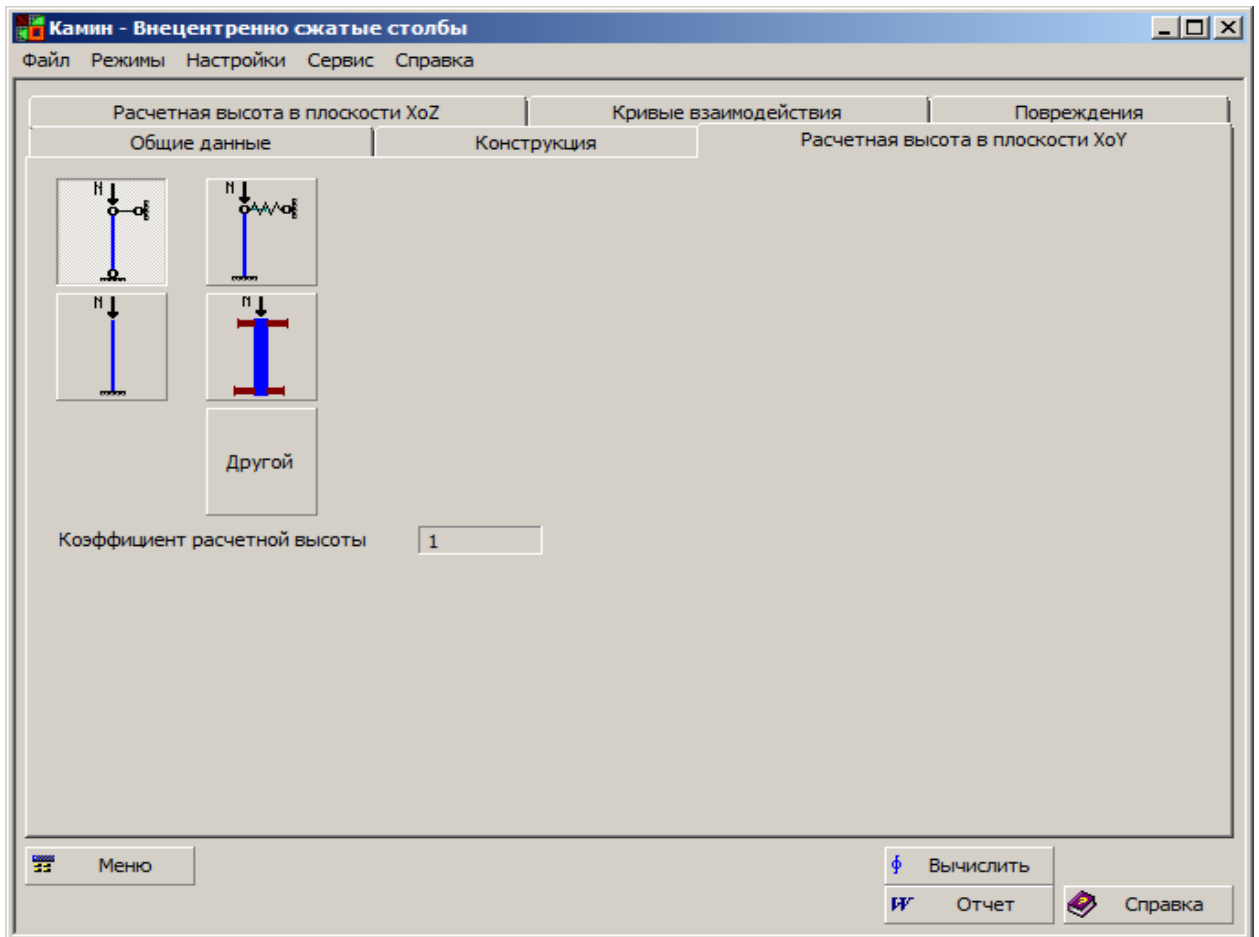
На сторінці **Конструкція** вибираємо тип перерізу стовпа - прямокутний, задаємо розміри перерізу (510×640 мм), висоту стовпа - 3,6 м, поздовжню силу $N = 860$ кН, ексцентриситет поздовжньої сили вздовж осі Z - 50 мм, коефіцієнт тривалої частини навантаження - 0,7.



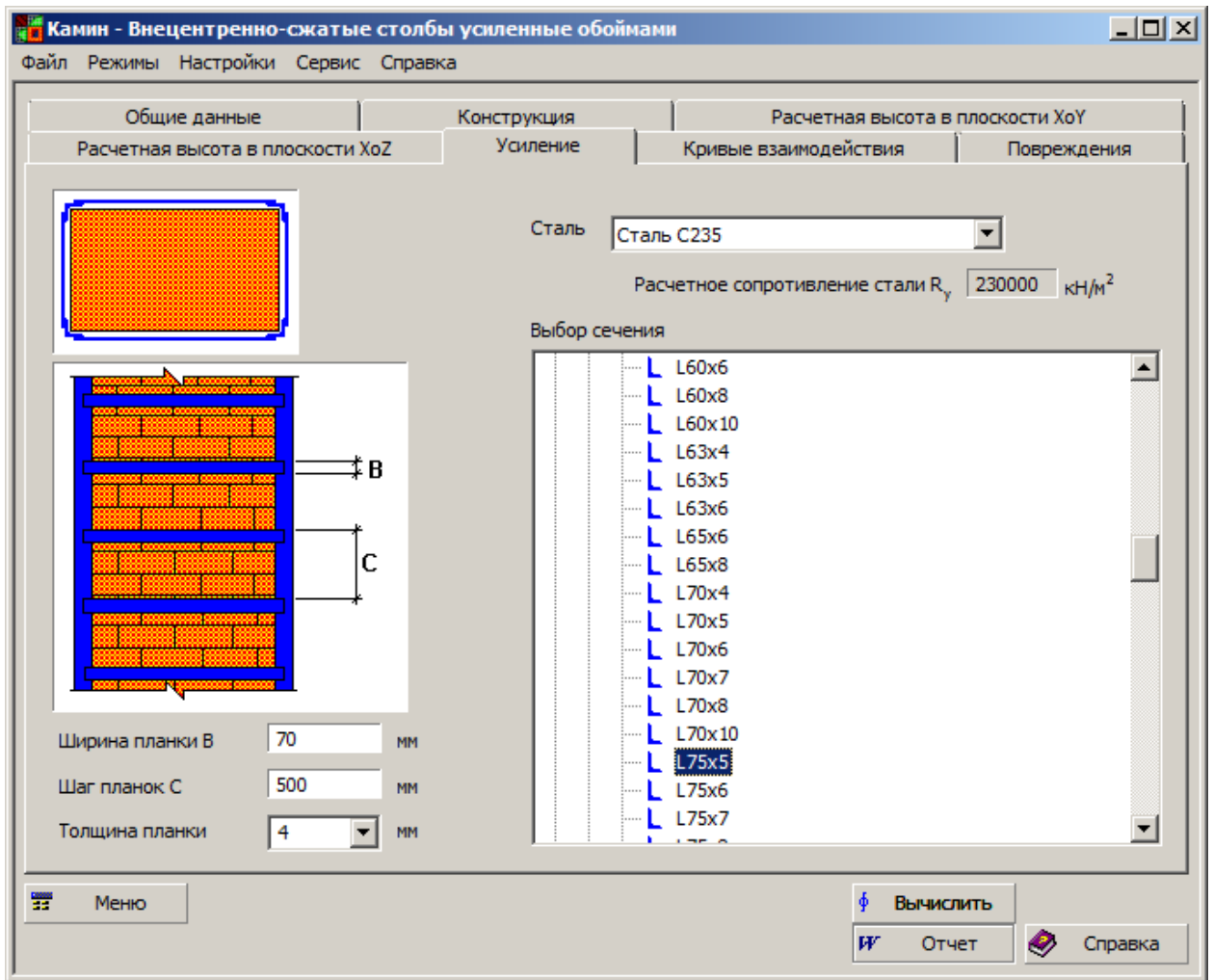
Для контролю розмірів створеного перерізу стовпа натискаємо кнопку 



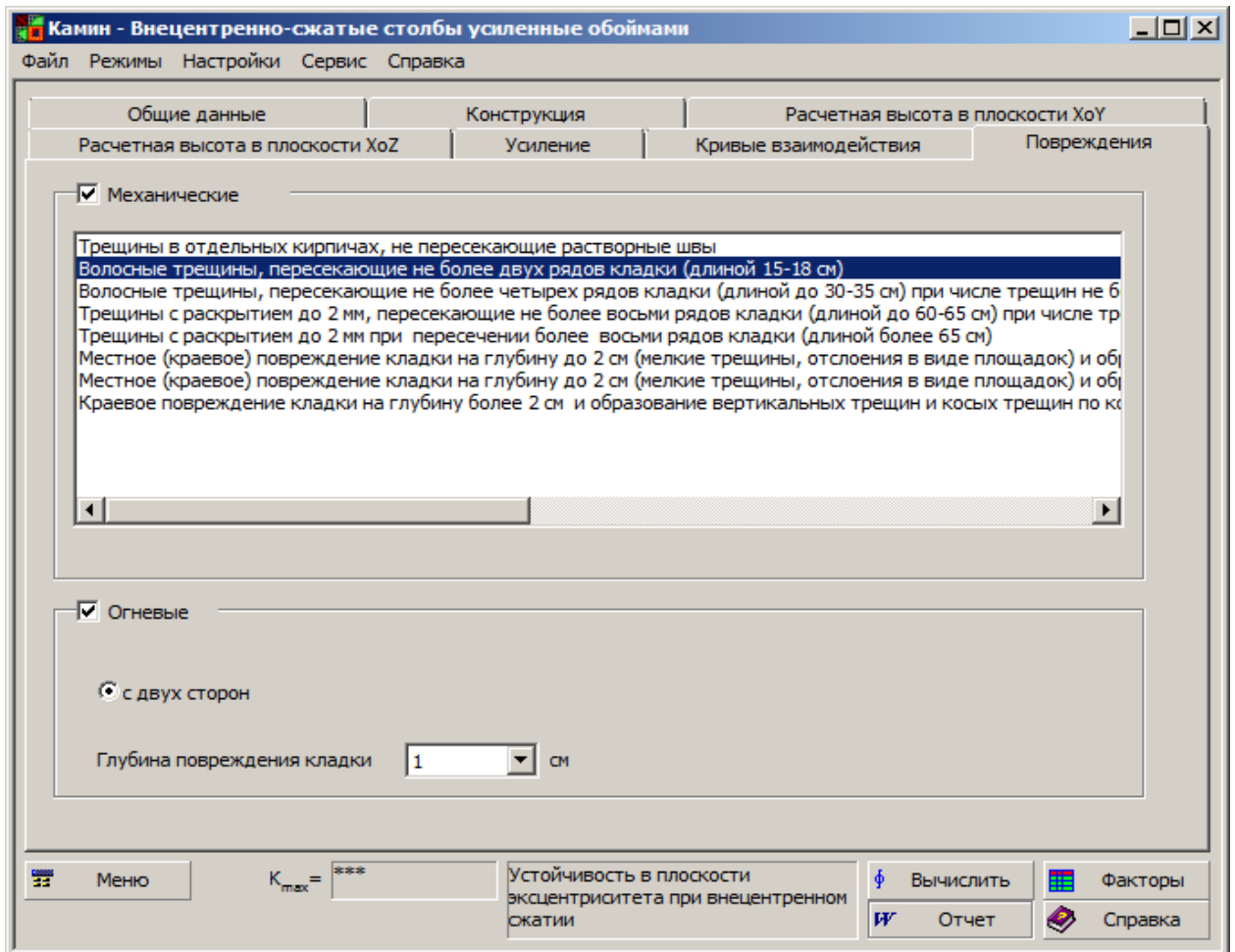
На сторінках **Розрахункова висота у площині XOY, XOZ** задаємо задаємо спосіб закріплення стовпа і. (коефіцієнт розрахункової довжини $-l$). в головних площинах XOY і XOZ, який залежить від виду закріплення стовпа




На сторінці **Підсилення** задаємо марку сталі, з якої виготовлені елементи підсилення, - *S235*, вибираємо із каталогу профілів *кутик рівнополічковий* $\angle 75 \times 5$ (за ГОСТ 8509-93), параметри поперечних планок: ширину $B=70$ мм, крок $C=500$ мм, товщина - 4 мм.




Наявність механічних пошкоджень на сторінці **Пошкодження** відмічаємо маркером і **вибираємо тип пошкодження** - Волосяні тріщини, що перетинають не більше двох рядів кладки (довжиною 15-18 см); відмічаємо маркером наявність вогневих пошкоджень і вибираємо тип - двобічне та глибину **пошкодження** кладки 0,5 см.



На сторінці **Загальні параметри розрахунку**, натискаємо кнопку **Вирахувати** і отримуємо результати розрахунку.

Щоб сформувати звіт про виконані перевірки, активізуємо кнопку **Звіт**  **Отчет** і у вікні **Результати добору перерізу подано** отримуємо результати розрахунку(таблиця 2.1.)

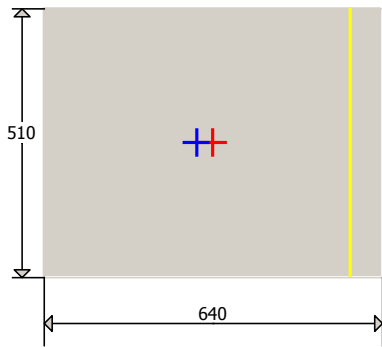
	
Коефіцієнт надійності за відповідальністю	0,95
Вік кладки – більше року	
Термін служби	50 років
Камінь - Цегла глиняна пластичного пресування	
Марка каменю -	75
Розчин – звичайний цементний з мінеральними пластифікаторами	
Марка розчину –	50
Об'ємна вага кладки	17,658 кН/м ³
Механічні пошкодження конструкції:	
Волосні тріщини, що перетинають не більше чотирьох рядів кладки (довжиною до 30-35 см) при числі тріщин не більше чотирьох на 1 м ширини	

(товщини)

Вогневі пошкодження конструкції:

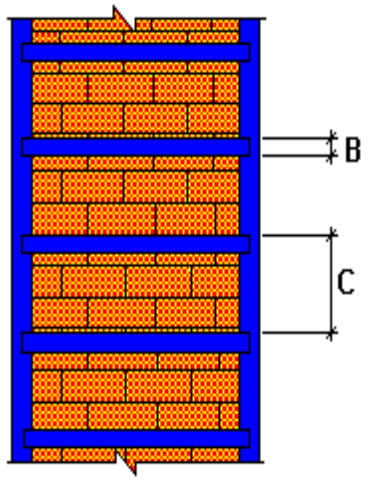
Двостороннє ушкодження з глибиною ушкодження 1.0 см

Конструкція



Ексцентриситет поздовжньої сили 30 мм вздовж осі Y
Висота стовпа 3 м
Поздовжня сила 860 кН
Коефіцієнт тривалої частини навантаження- 0
Враховується власна вага стовпа

Усиление

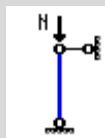


Ширина планки 70 мм
Крок планок 500 мм
Товщина планки 4 мм
Кутник рівнополичковий L70x5
Кутник із сталі з розрахунковим опором $R_y = 230000 \text{ кН/м}^2$

Розрахункова висота у площині XoY

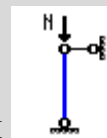
Розрахункова висота у площині XoZ

Схема розкріплення



Коефіцієнт розрахункової висоти - 1

Схема розкріплення



Коефіцієнт розрахункової висоти - 1

Результати розрахунку

№ п.п.	Перевірка	Коефіцієнт використання
1	Стійкість у площині ексцентриситету при позacentровому стисканні	0.87
	Стійкість із площини	0.62

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБЛЕМНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ

1.1. Сутність проблемних технологій навчання

Серед дидактичних технологій особливе місце посідає проблемне навчання. Проблемне навчання спирається на психологічні теорії мислення (Б. Ананьєв, А. Пономарьов, О. Леонтьєв, Д. Узнадзе, С. Рубінштейн). Розробник теорії проблемного навчання С. Рубінштейн, відкрив феномен проблемної ситуації як джерела розумової діяльності.

Концептуальні засади технології проблемного навчання ґрунтуються на теоретичних висновках американського психолога і педагога Дж.Дьюї, який сформулював три умови успішного навчання:

проблематизація навчального матеріалу (знання засвоюються лише внаслідок здивування і зацікавлення);

активність учнів у навчанні;

зв'язок навчання із життям або подальшою практичною діяльністю (у такому випадку формується мотив до навчання, адже учень розуміє, для чого вчиться).

Вагомий внесок у розвиток теорії проблемного навчання П. Блонського (проблемне навчання у контексті психології мислення), Т. Кудрявцева (сутність проблемного навчання), І. Лернера (теорія проблемного навчання, вплив проблемної ситуації на пізнавальну активність та психологічний стан особистості), М. Махмутова (концепція проблемного навчання як цілісної системи різноманітних методів та прийомів), О. Матюшкіна (проблеми творчого мислення, обдарованості, методи

проблемного навчання), та інших. Наукові розвідки технологій проблемного навчання здійснюються і сьогодні.

На сучасному етапі проблемною розвивального навчання займаються В.Андрущенко, С.Гончаренко, І.Дичківська, В.Давидов, І.Підласий, В.Ягупов, та інші.

С. Рубінштейн зазначає, що мислення людини визначають як процес розв'язання задач, оскільки воно виникає з проблемної ситуації і спрямоване на її розв'язок. Тому, щоб створити проблемну ситуацію, необхідно поставити перед учнем такі завдання, під час виконання яких невідоме буде належати тим знанням, які потрібно опанувати. Зіткнення із труднощами при виконанні за допомогою наявних знань та способів виконання дій викликає у учня потребу у нових знаннях.

У дослідженнях І. Лернера основними поняттями теорії проблемного навчання є «проблемна ситуація», «проблема» та «проблемне завдання». Взаємозв'язок між ними відбувається таким чином: «проблемна ситуація – це ... усвідомлене ускладнення, подолання якого потребує творчого пошуку нових знань, нових способів та дій. Якщо у учня немає даних для пошуку шляхів подолання труднощів, то проблемна ситуація не обирається ним для вирішення і, отже, не позначається на розвитку його мислення. Мисленнєві дії починаються з моменту формулювання проблеми і усвідомлення її учнями з моменту обрання проблемної ситуації для розв'язання на основі наявних знань, умінь і досвіду пошуку. У цьому випадку проблемна ситуація переростає у проблему. Кожна проблема містить проблемну ситуацію, але не кожна проблемна ситуація перетворюється на проблему» [29, с. 101–102].

На думку І. Лернера проблемне навчання має здійснюватися для вивчення частини навчального матеріалу, що й дає можливості для творчого опрацювання інформації, отриманої як у ході проблемного, так і не проблемного навчання.

М. Махмутов стверджує, що «навчання – це не метод» «і не група методів пошукового характеру». вважає, що в основі проблемного навчання

«лежить особливий вид взаємодії вчителя та учнів, якому властива систематична самостійна навчально-пізнавальна діяльність учнів щодо опанування нових знань та оволодіння способами дій шляхом розв'язання навчальних проблем» [30, с. 13].

Основні компоненти проблемної ситуації :

- невідомі знання, що потребують опанування;
- суперечності, коли набутих знань, умінь та досвіду недостатньо для розв'язання ситуації;
- пізнавальна потреба як внутрішня умова, що стимулює розумову діяльність; інтелектуальні можливості учнів для «відкриття» нового [43, с. 61].

Проблемна ситуація як основний засіб активізації мисленнєвої діяльності здобувачів освіти породжується навчальною ситуацією, логікою навчальної дисципліни або логікою освітнього процесу. Особливістю проблемного навчання є активна пізнавальна діяльність здобувачів освіти, у процесі якої знання опановуються ними в умовах проблемної ситуації. У проблемному навчанні процес опанування здобувачами освіти знань відтворює важливі моменти наукового пошуку, актуалізує у них пізнавальний інтерес і творчу самодіяльність.

Проблемне навчання має специфічні особливості організації, які полягають у тому, що навчальна діяльність здобувачів освіти, яка керується викладачем, повинна відображати пошукову діяльність і рефлексивне ставлення до власної діяльності. Сама побудова проблеми складає умову організації технології проблемного навчання. Викладач розробляє проблемні задачі і завдання, які дозволяють включити здобувачів освіти в активний пізнавальний процес, створюючи проблемні ситуації..

Проблемне викладання базується на проектуванні навчальної діяльності, системи пізнавальних ситуацій, а також педагогічно організованому процесі їх розв'язання здобувачам освіти. Проблемне навчання може розглядатися як структура освітньої діяльності, в якій

представлено аналіз ситуації з позицій цілей і умов для розв'язання, що закінчується формулюванням проблеми, висуненням гіпотези, її обґрунтуванням, прийняттям розв'язку і програмою дій, виконанням дій та аналізом отриманих результатів.

Під проблемною ситуацією розуміють усвідомлене здобувачем освіти утруднення, шляхи подолання якого вимагають нових знань або нових способів дій. Тому необхідно, щоб вона була ним прийнята для розв'язання. Але це можливо, якщо у студента є достатні базові знання та уміння, які відповідають змісту ситуації. Таким чином, проблемна ситуація повинна бути об'єктивізована здобувачем освіти. Це означає розуміння здобувачем освіти цілей, ставлень до об'єкта вивчення і усвідомлення невизначеності, і де існує розрив між тим, що відомо, і тим, що невідомо.

Головна мета проблемного навчання полягає в тому, щоб активізувати інтелектуальну діяльність здобувачів освіти та підвищити її рівень, навчити їх системі розумових дій творчої діяльності для вирішення нестандартних завдань. Поступове оволодіння ними системою творчих дій призведе до зміни якості їх розумової діяльності, сприятиме становленню особливого типу мислення, який, називають *науковим* або *критичним мисленням*. До розвитку такого типу мислення призводить систематичне створення викладачем проблемних ситуацій, формування у здобувачів освіти умінь і навичок самостійного формулювання проблеми, висунення пропозицій, обґрунтування гіпотез та їх доказ шляхом застосування наявних знань.

Разом з тим, маючи беззаперечні переваги у реалізації мети та завдань сучасної освіти лишається найбільш складною і найменш методично для закладів вищої освіти технологією навчання.

3.2. Застосування технологій проблемного навчання на практичних заняттях

Використання проблемних технологій у підготовці майбутніх фахівців за спеціальністю 015. Професійна освіта (Будівництво та зварювання) має сприяти розвитку їхніх фахових знань і вмінь, професійних компетентностей.

Розглянемо приклад реалізації організації технологій проблемного навчання з теми «Підсилення цегляних конструкцій будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій» (дисципліна «Реконструкція будівель і споруд»).

На попередніх заняттях студенти ознайомились з основними пошкодженнями цегляних конструкцій будівель, способами їх підсилення та навчилися розв'язувати стандартні задачі з розрахунку підсилюваних елементів на міцність.

Тому наступне практичне заняття слід побудувати так, щоб максимально використати попередні знання здобувачів освіти і зацікавити їх у обговоренні проблемних ситуацій. В такий спосіб можна створити умови, коли студент проявляє інтерес до вирішення невідомих задачі

Проведення заняття передбачає наступні етапи:

1 етап заняття – підготовчий. Для цього викладач разом з групою здобувачів освіти, що мають найбільш високі показники успішності готує 10–12 проблемних запитань з теми заняття.

Проблемне запитання – це запитання, на яке немає готової відповіді. Її студент шукає самостійно шляхом проведення мисленнєвих операцій, зокрема аналізу, порівняння, синтезу, узагальнення тощо.

На відміну від звичайних відтворювального типу запитань проблемне запитання має перетворювальний характер і не обмежується пригадуванням або відтворенням раніше набутих знань. Крім того, проблемне запитання має здатність виявляти глибинний зміст проблеми і містить у собі дослідницьке начало. Прикладом проблемних запитань є такі:

*Чим відрізняються пошкодження цегляних конструкцій від їх дефектів
Наведіть приклади.*

Які найбільш небезпечні ушкодження цегляних стін внаслідок ударно-вибухових та вогневих уражень? Доведіть свої міркування.

Для чого і як виконується обстеження цегляних конструкцій?

На які класи залежно характеру пошкоджень поділяють цегляні конструкції?

З якою метою здійснюється підсилення цегляних конструкцій будівель?

Що Ви розумієте під аварійним підсиленням конструкцій?

Яким чином вогневі пошкодження цегляних конструкцій будівель впливають на зниження їх міцності?

Які ви знаєте основні способи підсилення цегляних конструкцій?

Які відомі способи підсилення цегляних конструкцій? Які з них є найбільш поширеними?

Як виконують перевірні розрахунки пошкоджених цегляних конструкцій?

Які умови перевірки міцності підсилених елементів цегляних конструкцій?

Як виконують розрахунок простінків підсилених сталевую обіймою?

Відповіді на поставлені питання, що потребує багатофакторного аналізу: розуміння характеру пошкоджень цегляних конструкцій, усвідомлення необхідності відновлювання їх експлуатаційної придатності, здатності до порівняльної характеристики способів підсилення та узагальненої відповіді.

2 етап передбачає виконання практичних завдань:

Завдання першого типу – для кожного способу підсилення цегляних конструкцій скласти його схему та коротко описати його ефект.

Способи підсилення цегляних конструкцій	Схема та ефект підсилення
Підсилення цегляних конструкцій	

включенням їх в обойму	
Влаштування накладних металевих поясів (з кутиків, швелера).	
Розвантаження з подальшою заміною стовпа (простінка).	
Встановлення зовнішньої повздожньої арматури.	
Підсилення обоймами з композиційних матеріалів	
Включенням кладки в цегляну обойму	
Підсилення з використанням з'єднувальних анкерів, скоб, ремонтних в'язів	

Завдання другого типу – для кожного способу підсилення цегляних конструкцій вказати його переваги і недоліки.

Способи підсилення цегляних конструкцій	
Традиційні	
Підсилення цегляних конструкцій включенням їх в обойму	Переваги: Недоліки:
Влаштування накладних металевих поясів (з кутиків, швелера).	Переваги: Недоліки:
Розвантаження з подальшою заміною стовпа (простінка).	Переваги: Недоліки:

Встановлення зовнішньої повздовжньої арматури.	Переваги: Недоліки:
Іноваційні способи підсилення	
Підсилення обіймами з композиційних матеріалів	Переваги: Недоліки:
Включенням кладки в цегляну обійму	Переваги: Недоліки: .
Підсилення з використанням з'єднувальних анкерів, скоб, ремонтних в'язів	Переваги: Недоліки:

Перевірка виконаних завдань обговорюється колективно.

Приклад виконання проблемних завдань здобувачами освіти групи 62 Пр(Б) наведено у Додатку.

3 етап забезпечує вирішення здобувачам освіти проблемних задач.

Проблемна задача – це форма подачі навчального матеріалу з наперед визначеними умовами і невідомими даними. Пошук цих даних вимагає від здобувачів освіти активної розумової діяльності, аналізу даних, з'ясування причинно-наслідкових зв'язків. Як і у випадку з проблемними запитаннями і завданнями, проблемну задачу не можна розв'язати лише шляхом пригадування здобутих раніше знань, необхідно розмірковувати, шукати зв'язки, добирати докази

Структуру проблемної задачі характеризують: дані (умова), вимога та невідоме. Рішення такої задачі може бути у формі розрахунків та відповідних висновків, розробці проектів тощо.

Наприклад, здобувачам освіти пропонується виконати завдання такого змісту:

Внаслідок обстрілу у житловому будинку відбулася пожежа, що призвело до руйнування опорядження та розшарування і вогневого пошкодження кладки цегляних стін та простінків на глибину до 20 мм.

Проблемна задача 1. Визначте до якого типу пошкоджень слід віднести наявні руйнування . Обґрунтуйте своє рішення.

Для розв'язання завдання студенти повинні зіставити наявні пошкодження цегляних конструкцій з віднесенням їх до відповідної категорії стану

Проблемна задача 2: Розгляньте найбільш ефективний спосіб підсилення пошкодженого цегляного простінка із суцільної глиняної цегли пластичного формування марки 75 на розчині марки 50. Розмір перерізу 51 см × 1030 см, висота 320 см. Обґрунтуйте своє рішення.

Виконання подібних проблемних задач від здобувачів освіти наявності певного рівня теоретичної та практичної підготовки. Готовність до проблемного навчання у цьому сенсі визначається насамперед вмінням знайти шляхи вирішення й вирішити задачу, скориставшись ефективними прийомами.

На підсумковому етапі заняття організується обговорення розв'язку проблемних задач з урахуванням всіх думок і пропозицій, простежується хід розв'язання задач, аналізуються підходи правильність розв'язання.

Реалізація описаної технології проблемного навчання у підготовці магістрів професійного навчання дисциплін будівельного профілю забезпечує їх активність у вирішенні навчально-професійних завдань і ситуацій, розширення предметних знань і удосконалення умінь, формуванню фахових компетентностей.

Головна мета проблемного навчання полягає в тому, щоб навчити здобувачів освіти системі розумових дій творчої діяльності для вирішення нестандартних завдань. Поступове оволодіння здобувачам освіти системою творчих дій сприятиме становленню особливого типу мислення, який, називають науковим або критичним. До розвитку такого мислення призводить систематичне створення викладачем проблемних ситуацій, формування у здобувачів освіти умінь і навичок самостійного формулювання проблеми, висунення пропозицій, обґрунтування гіпотез та їх доказ шляхом застосування наявних знань та досвіду.

Реалізація розробленої нами дидактичної технології навчання у підготовці магістрів професійного навчання дисциплін будівельного профілю активізує їх інтелектуальну діяльність у вирішенні навчально-професійних завдань і ситуацій та підвищує її рівень, забезпечує розширення предметних знань і удосконалення умінь, формуванню фахових компетентностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бадьин Г.М., Таничева Н.В. Підсилення будівельних конструкцій при реконструкції і капітальному ремонті будівель: Навч.пос.: АСВ, 2008. 112 с.
2. Бадьин Г.М. Технологія реконструкції будівель і спорд: Навч. Пос. / Г.М. Бадьин, В.В. Верстов, А.Ф. Юдина. СПб.,2002. 138 с.
3. Барашиков А. Я., Малишев О. М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд/ Навч. пос.– К.: Основа, 2008.– 320 с
4. Барашиков А.Я. Оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. – К.: НМЦ Держнаглядохорпраці України, 1998. – 238 с.
5. Бедов А.И. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений / А.И. Бедов, В.Ф. Сапрыкин. М.: Изд-во АСВ, 1995. -192 с.
6. Васильченко О.В. Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій/ Васильченко О.В., Квітковський Ю.В., Миргород О.В, Стельмах О.А.- Харків: ХНАДУ, 2015 -488с.
7. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення:– К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 97 с.
8. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд, 2011. – 71 с
9. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану». Київ, ДП Укр-НДНЦ, 2017.

10. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: – [Чинні від 2017-06-01]. – К.: Мінрегіон України, ДП«Укрархбудінформ», 2017. – 47 с.

11. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних конструкцій та основ будівель і споруд» .Київ, ДП Укр-НДНЦ, 2017.

12. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінбуд України, 2009. – 37 с.

13. ДБН В.1.2-6-2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. – К.: Мінбуд України, 2006. – 63 с.

14. Довідник будівельника / О. М. Лівінський та ін. К.: МП «Лєся», 2009. 496 с.

15. ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт та підсилення несучих і огорожувальних конструкцій і основ промислових будівель та споруд – К.: Держкомітет України буд-ва і архіт., 2003. – 82 с.

16. ДСТУ Б В.1.2-16: 2013 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. – К.: 2013. – 41 с.

17. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини та переміщення. Вимоги проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 15 с.

18. ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 Єврокод. Основи проектування конструкцій (EN 1990: 2002, IDT). Мінрегіон України. – К.: 2008. 47 с.

19. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1- 2:2002, IDT) – К.: Мінрегіон України, 2011 – 81 с.

20. Каменные и армокаменные конструкции. Примеры расчета: учеб. пособ. для вузов. Под ред. Л. П. Полякова. Киев: Вища школа. 1980. 144 с,

21. Карпиловский В.С., Криксунов Э.З., Маляренко А.А., Перельмутер А.В., Перельмутер М.А. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD – М.: Издательство СКАД СОФТ, 2009. – 656 с.
22. Клименко Є.В. Технічний стан будівель та споруд. - Одеса, 2010. 282 с.
23. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 304 с.
24. Леонтьев А. Н. К вопросу о сознательности учения. Психологическая наука и образование, 1997. № 1. С.11–14.
25. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения: монография. Москва: Педагогика, 1981. 186 с.
26. Малишев О. М. Технічне обстеження та нагляд за безпечною експлуатацією будівель та інженерних споруд. За ред. О. М. Малишева - К.: Відлуння, 2007. - 708 с..
27. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Томск: из-во Томского ун-та, 1992. 456 с.
28. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Оценка состояния и усиление строительных конструкций реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей.- Томск: Томский ЦНТИ, 1991. 309 с.
29. Махмутов М. И. Организация проблемного обучения в школе: книга для учителя. Москва: Просвещение, 1997. 240 с.
30. Махмутов М. И. Проблемное обучение: основные вопросы теории. Москва: Педагогика, 1975. 368 с.
31. Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів. //Затверджено наказом Міністерства розвитку громад та територій України 28.04.2022 року № 65.

32. Ничкало Н. Г. Розвиток професійної освіти в умовах глобалізаційних та інтеграційних процесів: монографія. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. 125 с.

33. Основи реконструкції будівель і споруд : навч. посіб. / І.Г. Іваник, С.І. Віхоть, Р.С. Пожар, Я.І. Іваник, Ю.Ю. Вибранець; ред.: І.Г. Іваник. – 2-ге вид., випр. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2013. – 270 с.

34. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. Москва: Изд-во АН СССР, 1958. 145 с.

35. Руководство по проектированию каменных и армокаменных конструкций. М.: Стройиздат, 1974, 183 с.40.

36. Савйовський В. В. Реконструкція будівель та споруд: навчальний посібник. Київ: Ліра-К, 2018. 320 с.

37. Сергійчук В.А., Табаркевич Н.В. Белоконь А.М., Табаркевич О.О. Особливості обстеження та оцінки технічного стану житлового будинку, пошкодженого внаслідок військових дій, щодо його придатності до подальшої експлуатації. Наука та будівництво, 2023. № 1(35). С.27-42.

38. СОУ ЖКГ 75.11 – 35077234. 0015:2009 Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. – К.: «НДІпроектреконструкція»– 47 с.

39. Шагин А.Л. Реконструкция зданий и сооружений / А.Л. Шагин [и др.]; под ред. А.Л. Шагина. – М.: Высш. шк., 1991. – 352 с.

ДОДАТКИ

Класифікація способів підсилення цегляних конструкцій

Способи підсилення цегляних конструкцій	
Традиційні	
Підсилення цегляних конструкцій включенням їх в обойму	Переваги: Висока ефективність підвищення несучої здатності пошкодженої кам'яної кладки Обґрунтовану методику розрахунку для основних видів обойм Відпрацьована технологія виконання підсилення
Влаштування накладних металевих поясів (з кутиків, швелера).	Переваги: Використання резервів несучої здатності; Недоліки: висока трудомісткість виконання відновлюваних робіт
Розвантаження з подальшою заміною стовпа (простінка).	Переваги: Відпрацьована технологія виконання підсилення Недоліки: висока трудомісткість виконання відновлюваних робіт
Іноваційні способи підсилення	
Підсилення обоймами композиційних матеріалів	Переваги: значна міцність композиційних матеріалів недоліки: поверхня підсилюваної конструкції повинна бути сухою, чистою і достатньо рівною; роботи виконуються при плюсовій температурі і

	<p>нормальній вологості;</p> <p>технологічна складність виконання – підсилення виконується висококваліфікованими робітниками та спеціалізованими організаціями;</p> <p>висока вартість композиційних матеріалів, епоксидних смол, або спеціальних штукатурних розчинів.</p>
<p>Підсилення включенням кладки в цегляну обойму</p>	<p>Переваги:</p> <p>незначні фінансові витрати та технологічна простота влаштування обойми;</p> <p>використання місцевих матеріалів та надання обоймі будь-якої архітектурної форми;</p> <p>можливість включення в сумісну роботу елемента, що підсилюється, та обойми;</p> <p>збільшення несучої здатності елемента, що підсилюється, як за рахунок „ефекту обойми”, так і за рахунок сприйняття частини навантаження обоймою;</p> <p>Недоліки:</p> <p>збільшення площі перерізу конструкції</p>
<p>Підсилення з використанням з'єднувальних анкерів, скоб, ремонтних в'язів</p>	<p>Переваги:</p> <p>можливість відновлення зовнішнього шару кладки будь-якої складної форми (арки, склепіння, кути будівель) з мінімальними пошкодженнями зовнішнього виду, створення і заміна анкерних стяжок для багат шарових стін.</p> <p>Недоліки:</p> <p>відсутня обґрунтована методика розрахунку;</p> <p>висока вартість</p>
<p>Відновлення цегляної кладки різними</p>	<p>Переваги:</p> <p>відновлення кладки без ушкодження фасаду будинку, достатньо обґрунтована методика розрахунку</p>

полімерними,компо зиційними матеріалами	<p>Недоліки:</p> <p>роботи повинні виконуватися при плюсовій температурі та нормальній вологості. Використання морозостійких полімерних розчинів призводить до збільшення вартості;</p> <p>достатньо низька вогнестійкість - деструкція більшості полімерних розчинів розпочинається при температурі близько 100° С;</p> <p>для надійного зчеплення матеріал конструкції що підсилюється повинен бути сухим та очищеним від пилу;</p> <p>основою більшості полімерних розчинів є недовговічний матеріал органічного походження - епоксидний клей;</p> <p>у більшості випадків це відновлення кладки, а не підсилення конструкції.</p>
---	---