



УДК 699.841+624.0125



КОВРОВ А.В.

Канд. технічних наук, проф., ректор Одеської державної академії будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна, e-mail: rektor@gmail.com, тел.: +38 (097) 282-93-23, ORCID: 0000-0001-9408-3246



ШЕХОВЦОВ І.В.

Канд. технічних наук, доц., Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна, e-mail: ogasanis@ukr.net, тел.: +38 (067) 628-79-17, ORCID: 0000-0003-3664-0723



ПЕТРАШ С.В.

Канд. технічних наук, доц., Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна, e-mail: SvetlanaPettrash@ukr.net, тел.: +38 (068) 593-49-38, ORCID: 0000-0002-8567-3962

БУДІВНИЦТВО В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ЗІ СТІНАМИ ІЗ ЦЕГЛИ І ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ БЛОКІВ

АНОТАЦІЯ

Більшу частину України займають території з особливими природними техногенними умовами, що повинні бути враховані під час спорудження будівель і споруд. У проектному рішенні повинна бути забезпечена надійність, безпека та зручність спорудження і експлуатації будівель, розроблено найбільш доцільне просторово-планувальне і конструктивне рішення.

Найменш придатними для умов сейсміки є будівлі зі стінами мурованими з цегли, дрібних блоків, каменів черепашнику або вапняку внаслідок підвищеної маси конструкцій та наявності великої кількості стиків і швів; водночас це найбільш розповсюджена будівельна система у масовому будівництві Південної України.

Наведено основні положення та загальні принципи ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України», за якими здійснюється проектування цегляних та блочних будівель та споруд в сейсмічних районах України. Також розглянутий підхід щодо визначення зчеплення в муруванні відповідно до європейських та американських стандартів (EN 1052-5:2005 та ASTM C1072).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: мурування, стіни із цегли і великорозмірних блоків, руйнування мурування, пухотність, зчеплення в муруванні.

СТРОИТЕЛЬСТВО В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ УКРАИНЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ СО СТЕНАМИ ИЗ КИРПИЧА И КРУПНОРАЗМЕРНЫХ БЛОКОВ

КОВРОВ А.В.

Канд. технических наук, проф., ректор, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина, e-mail: rektor@gmail.com, тел.: +38 (097) 282-93-23, ORCID: 0000-0001-9408-3246

ШЕХОВЦОВ И.В.

Канд. технических наук, доц., Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина, e-mail: ogasanis@ukr.net, тел.: +38 (067) 628-79-17, ORCID: 0000-0003-3664-0723

ПЕТРАШ С.В.

Канд. технических наук, доц., Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина, e-mail: SvetlanaPettrash@ukr.net, тел.: +38 (068) 593-49-38, ORCID: 0000-0002-8567-3962



АННОТАЦИЯ

Большую часть Украины занимают территории с особыми природными техногенными условиями, которые должны быть учтены при строительстве зданий и сооружений. При их проектировании должна быть обеспечена надежность и безопасность сооружения и эксплуатации зданий, разработаны наиболее эффективные пространственно-планировочные и конструктивные решения.

Наименее пригодными для условий сейсмичности являются здания со стенами из кирпича, мелких блоков, камня-ракушечника или известняка вследствие завышенной массы конструкций и наличия большого количества стыков и швов; при этом следует учитывать, что это наиболее распространенный строительный материал и, как следствие, конструктивная система, используемая при массовой застройке Южной Украины.

Приведены основные положения и общие принципы ДБН В.1.1-12:2014 «Строительство в сейсмических районах Украины», согласно которых осуществляется проектирование кирпичных и блочных зданий и сооружений в сейсмических районах Украины. Также рассмотрен подход к определению сцепления в кладке в соответствии с европейскими и американскими стандартами (EN 1052-5: 2005 и ASTM C1072).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кладка, стены из кирпича и крупноразмерных блоков, разрушение кладки, пустотность, сцепление в кладке.

CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND FACILITIES WITH WALLS MADE OF BRICKS AND LARGE-SIZE BLOCKS IN SEISMIC REGIONS OF UKRAINE

KOVROV A.V.

PhD, Prof., rector, Odessa State Academy of Construction and Architecture,

Odessa, Ukraine,

e-mail: rektor@gmail.com,

tel.: +38 (097) 282-93-23,

ORCID: 0000-0001-9408-3246

SHEKHOVTSOV I.V.

PhD, Ass. Prof., Odessa State Academy of Construction and Architecture,

Odessa, Ukraine,

e-mail: ogasanis@ukr.net,

tel.: +38 (067) 628-79-17,

ORCID: 0000-0003-3664-0723

PETRASH S.V.

PhD, Ass. Prof., Odessa State Academy of Construction and Architecture,

Odessa, Ukraine,

e-mail: SvetlanaPetrash@ukr.net,

tel.: +38 (068) 593-49-38,

ORCID: 0000-0002-8567-3962

ABSTRACT

Major territory of Ukraine are areas with special natural man-made conditions, which should be taken

into account during construction. When designing the structures, the reliability and safety of construction and operation of buildings should be ensured, the most effective spatial planning and conceptual solutions should be developed.

The least suitable for seismic conditions are buildings with walls made of bricks, small blocks, shell rock or limestone due to the increased weight of structures and the presence of a large number of joints and seams; at the same time it should be taken into account that this is the most common building material and, as a result, a constructive system used in the mass built-up of the Southern Ukraine.

The main provisions and general principles of DBN V.1.1-12: 2014 «Construction in seismic regions of Ukraine», according to which the design of brick and block buildings and structures of seismic regions of Ukraine, are presented. An approach to the definition of adhesion in masonry in accordance with European and American standards (EN 1052-5: 2005 and ASTM C1072) is also considered.

KEY WORDS: masonry, brick and large-sized walls, masonry destruction, hollowness, masonry bonding.

ВСТУП

Більшу частину України займають території з особливими природними техногенними умовами, що повинні бути враховані під час спорудження будівель і споруд. Найважливішими з таких особливих умов, що слід приймати до уваги під час проектування, є:

- просідаючі ґрунти та підроблювані території;
- зони сейсмічної активності;
- підтоплювані і затоплювані території;
- карстнебезпечні території;
- насипні, біогенні, наливні та інші слабкі ґрунти;
- міські території зі щільною забудовою;
- екологічно небезпечні будівлі та території;
- об'єкти архітектури, для проектування яких відсутній повний комплекс необхідних нормативних документів.

У проектному рішенні повинна бути забезпечена надійність, безпека та зручність спорудження і експлуатації будівель, вироблено найбільш доцільне просторово-планувальне і конструктивне рішення.

Розглядаючи питання проектування об'єктів архітектури для спорудження у сейсмічних районах, слід зазначити, що кожного року на земній кулі відбувається декілька руйнівних землетрусів, тоді як загальна кількість сейсмічних поштовхів, що фіксують фахівці, досягає 300 тисяч. Інтервали між руйнівними землетрусами на одній і тій же території складають від 70 до 500 років. Сейсмічний вплив на об'єкти будівництва визначають у балах інтенсивності, для чого в Україні використовується шкала MSK-64. Вимоги до будівництва об'єктів регламентовано ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» (ці вимоги є мінімально необхідними, за бажанням замовника рівень вимог може бути підвищений).



Найменш придатними для умов сейсміки є будівлі зі стінами мурованими з цегли, дрібних блоків, каменів черепашнику або вапняку внаслідок підвищеної маси конструкцій та наявності великої кількості стиків і швів; водночас це найбільш розповсюджена будівельна система у масовому будівництві Південної України. Це обумовлено повсюдним поширенням сировини для їх виготовлення і якістю матеріалу. До їх числа можна віднести довговічність цегляних будівель, хорошу опірність атмосферним впливам, високу механічну міцність. Одним з істотних переваг житлових та громадських будівель з цегли, в порівнянні з будівлями з інших матеріалів, є кращий мікроклімат в приміщеннях внаслідок їх високих теплотехнічних якостей та звукоізоляції цегляних стін.

Такі будівлі з мурованими стінами рекомендується проектувати комплексної конструкції з влаштуванням у муруванні вертикальних залізобетонних монолітних включень – сердечників або колон, арматура яких зв'язана з армуванням горизонтальних поясів. Система сердечників або колон та поясів утворює каркас будівлі із несучим заповненням з мурування.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЦЕГЛЯНИХ ТА БЛОЧНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД В СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ ЗГІДНО З ДІЮЧИМИ НОРМАМИ

Відповідно до діючих на теперішній час норм накладено обмеження щодо поверховості будівель та споруд, що будуються в сейсмічно небезпечних районах України (табл. 1).

Наведені дані відносно поверховості будівель були отримані за результатами проведених досліджень фахівцями із різних країн. Також, за даними проведених досліджень встановлений розмір економічних втрат від сейсмічних впливів для будівель та споруд з різними конструктивними схемами за однакової сейсмічності майданчика (рис. 1).

З наведеного випливає, що цегляні малоповерхові

Таблиця 1. Обмеження щодо поверховості будівель та споруд, які будуються в сейсмічно небезпечних районах України (за даними таблиці 7.1 ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України»)

№	Несучі конструкції будівлі	Кількість надземних поверхів при розрахунковій сейсмічності будівельного майданчика (бали)			
		6	7	8	9
1	Каркасно-кам'яні	нс	10	7	5
2	Стіни з великих бетонних або віброцегляних блоків:				
	- дворядної розрізки, з'єднаних між собою за допомогою закладних деталей або арматурних випусків	9	5	4	2
	- дворядної розрізки, посилені суцільним вертикальним армуванням	нс	9	7	4
3	Стіни комплексної конструкції з цегли, природного каменю і дрібноштучних стінових бетонних виробів	12	5	4	3
4	Стіни з цегли, природного каменю і дрібноштучних стінових бетонних виробів	9	4	3	2

Примітка. Кількість поверхів у будівлях з кам'яними стінами при гарантованому нормальному зчепленні в кладці $f_{xkl} \geq 180$ кПа (1,8 кгс/см²) може бути збільшена в районах сейсмічності 7 і 8 балів на один поверх.

будинки є найбільш вразливими до сейсмічних впливів та відносяться до найменш сейсмостійкого типу будівель, що обумовлено низкою факторів, та отримують найбільші пошкодження серед усіх розглянутих конструктивних типів будівель. Найбільш стійкими до сейсмічних впливів за рівнем економічних втрат є будівлі із залізобетонним або металевим каркасом. Інші будівлі за цим показником розташовані поміж ними.

Відповідно до діючих норм за даними ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» для мурування слід використовувати:

- за сейсмічності 6, 7 і 8 балів цеглу суцільну або порожнисту марки згідно з ДСТУ Б В.2.7-61 не нижче ніж М75. Керамічні вироби з пустотністю до 35% можуть бути застосовані в будівництві житлових будинків висотою до 5-ти поверхів за інтенсивності сейсмічних впливів 7 і 8 балів за умови забезпечення міцності цегли та керамічного каменю не нижче ніж М150 і міцності розчину не нижче ніж М75 в реальних умовах будмайданчика при відповідному контролі за цими показниками. У 9-бальних зонах слід застосовувати тільки суцільну цеглу;
- бетонні камені, суцільні та пустотілі блоки з бетону (у тому числі з легкого бетону, густиною не менше ніж 800 кг/м³) марки М50 і вище;
- камені та блоки правильної форми з черепашників або вапняків марки не нижче

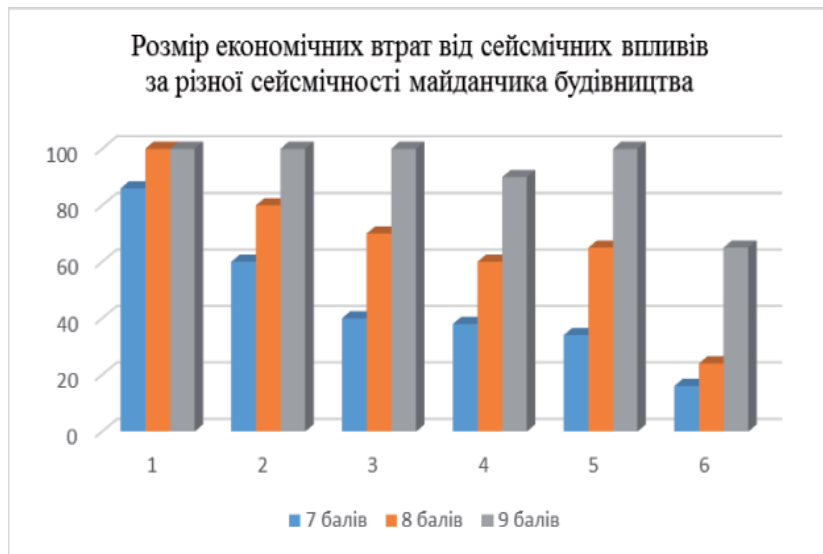


Рис. 1. Розмір економічних втрат (у відсотках) від сейсмічних впливів для будівель та споруд з різними конструктивними схемами при однаковій сейсмічності майданчика:

- 1 – для безкаркасних споруд із стінами із цегли-сирцю;
- 2 – 1-2 поверхові будівлі із цегляними стінами та дерев'яними перекриттями;
- 3 – споруди із цегляними стінами та збірними залізобетонними перекриттями;
- 4 – 3-5 поверхові безкаркасні будівлі із цегляними стінами та дерев'яними перекриттями;
- 5 – будівлі із цегляними стінами комплексної конструкції (із залізобетонними включеннями);
- 6 – монолітний залізобетонний або металевий каркас із діафрагмами та ядрами жорсткості.

М35 або тувів (крім фельзитового) та інших природних матеріалів марки М50 і вище;

- розчини класу міцності на стиск не нижче ніж М50 на основі цементу з пластифікаторами та/або спеціальними добавками, що підвищують зчеплення розчину з цеглою або каменем.

Мурування повинне мати характеристичну міцність на вигин по неперев'язаних швах не менше 120 кПа, у будинках до трьох поверхів при сейсмічності майданчика будівництва 7 балів - 60 кПа (при цьому накладено наступні обмеження: ширина простінків не менше ніж 0,9 м, ширина прорізів не більше ніж 2 м, а відстань між осями поперечних стін не більше ніж 12 м).

За реальних умов каркасні споруди проектують таким чином, щоб вертикальні та горизонтальні навантаження сприймалися саме елементами каркасу (рис. 2). Але за наявності заповнення каркасу у вигляді мурування частину навантаження сприймає на себе саме мурування, яке в цьому випадку працює спільно із елементами каркасу.

Дія статичного вертикального навантаження призводить до появи в невідсиленому армуванні муруванні тріщин внаслідок його роботи як центрально завантаженого (рис. 3а). Якщо розглядати стадії виникнення вертикальних тріщин, то спочат-

ку тріщини утворюються по вертикальних швах мурування, які з часом переходять на матеріал каменю. Об'єднуючись між собою, вони розподіляють мурування на окремі вертикальні гнучкі стовпчики, які, втрачаючи стійкість, призводять до руйнування мурування.

Поява тріщини – це початок крихкого руйнування, яке може також бути спровоковано наявністю пустот в самому камені (тут пустоти можна сприймати як заздалегідь наявні тріщини). За наявності пустот в матеріалі каменю руйнування відбувається при меншому навантаженні в порівнянні із муруванням із суцільного матеріалу (каменю).

На рис. 3б і 3в наведені дослідні зразки цегли із пустотністю, випробування яких на вертикальне статичне навантаження було проведено в лабораторії Одеської державної академії будівництва та архітектури (далі – ОДАБА).

Дія знакозмінного горизонтального навантаження призводить до появи діагональних тріщин в невідсиленому армуванні

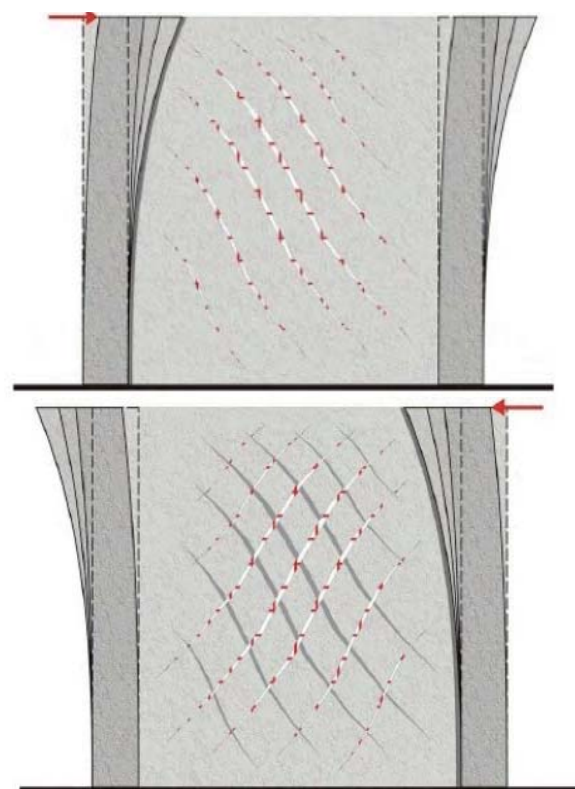


Рис. 2. Схеми роботи каркасної споруди (раму) та каркасу із заповненням (використовується мурування в якості заповнення) під час дії горизонтального знакозмінного навантаження

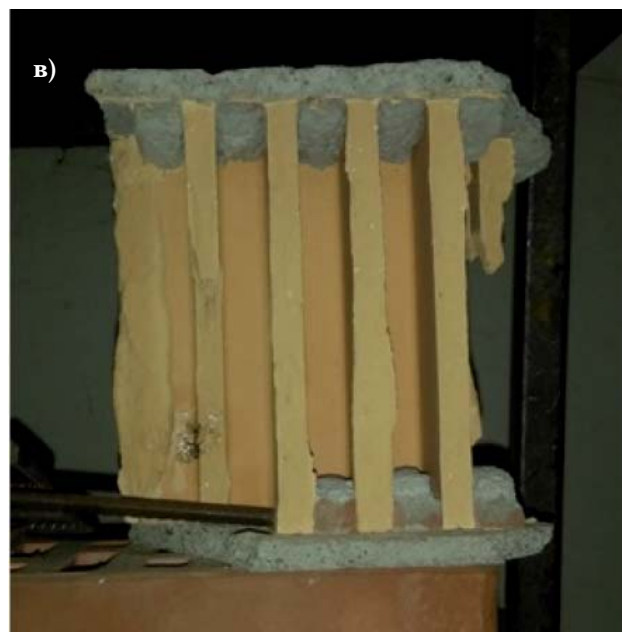
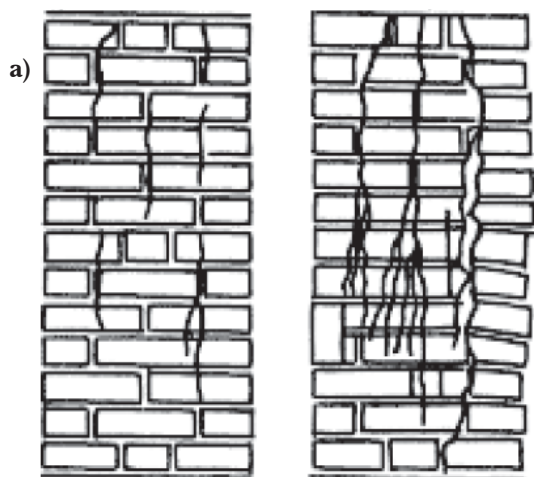


Рис. 3. Дія статичного вертикального навантаження на мурування:

а) – схема роботи мурування під навантаженням;
б), в) – дослідний зразок із пустотністю до випробувань та після них стискаючим навантаженням відповідно

муруванні. Ці тріщини є результатом згинально-зсувної деформації мурування в своїй площині, що пов'язано із тим, що мурування може бути розглянуте як анізотропний неоднорідний матеріал, який має різні міцнісні та деформативні характеристики за різними напрямками його роботи.

Перехід на європейські нормативні документи змушує впроваджувати в будівельну практику закордонний досвід, що призводить до необхідності освоєння нових підходів до розрахункових методик і, особливо, до методів випробувань будівельних конструкцій і виробів. Одним із важливих факторів є якість безпосередньо самого мурування, а саме – забезпечення зчеплення між матеріалом (каменем) та розчином. Відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 характеристична міцність на вигин по неперев'язаних швах повинна бути не менше ніж 120 кПа. Стосовно кам'яної кладки для визначення міцності її зчеплення в Україні використовується методика, згідно з якою міцність зчеплення визначається як величина вертикального розтягуючого зусилля (рис. 4). Але осьового розтягування в реальних конструкціях практично ніколи не виникає, а кладка в швах під час горизонтальних впливів працює частково на стиск, частково на відрив.

Європейські та американські стандарти пропонують методику визначення міцності зчеплення в інший спосіб – методом згинального моменту, завдя-



Рис. 4. Дослідний зразок мурування для визначення міцності зчеплення за методикою ДСТУ Б В.2.6-174:2011



ки якому отримується по площі поверхні каменю величини зусиль різних знаків. Такий підхід до визначення міцності зчеплення в кладці представляє безперечний науковий інтерес. В лабораторії ОДАБА було проведено ряд натурних експериментів з випробувань кладки з різного виду каменів на цементно-піщаному будівельному розчині для визначення міцності зчеплення за рекомендаціями зарубіжних стандартів (EN 1052-5:2005 та ASTM C1072) (рис. 5). Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити та проаналізувати міцність зчеплення в кладці за методом згинального моменту (різниця в результатах розглянутих методик складається з різних підходів до обробки результатів експерименту і становить до 6%).

ПРОВЕДЕНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПОЛОЖЕННЯ, НАВЕДЕНІ В ДБН В.1.1-12:2014 «БУДІВНИЦТВО У СЕЙСМІЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ».

Будівлі зі стінами із цегли та великорозмірних блоків, що розповсюджені в сейсмічних регіонах України, відносяться до найменш сейсмостійкого конструктивного типу споруд та піддаються найбільшим сейсмічним ушкодженням в порівнянні з іншими конструктивними типами споруд. Саме за цієї причини в діючих нормах висунуто вимоги щодо зменшення поверховості будівель та споруд із мурованими стінами та вимоги щодо антисейсмічних заходів.

Труднощі, пов'язані з отриманням достатнього зчеплення в муруванні, що виконують в звичайних умовах на будівельному майданчику, призводять до необхідності використання ефективних конструктивних методів його підсилення, а саме введення бетонних та залізобетонних включень, армування та інших засобів. Саме тому в ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» вису-

нуто вимоги щодо конструктивних рішень будівель із мурованими стінами:

- перевірка міцності кам'яних стінових конструкцій повинна виконуватися на позакентровий стиск, зріз і за похилими перерізами у площині стіни на головні напруження розтягу. Значення розрахункових опорів кладки f_{db} , f_{xd2} , f_{vd} по перев'язаних швах слід приймати згідно з ДБН В.2.6-162, а по неперев'язаних швах визначати в залежності від величини f_{xkl} , яку отримано за результатами випробувань, що виконуються в районі будівництва відповідно. Значення f_{db} , f_{xd2} , f_{vd} не повинні перевищувати відповідних значень при руйнуванні кладки по цеглі або каменю;
- висота поверхів будівель з несучими стінами із штучної кладки, не підсилені залізобетонними включеннями, не повинна перевищувати за розрахункової сейсмічності 7, 8 і 9 балів відповідно 5 м, 4 м і 3,2 м. Підсилюючи кладку залізобетонними включеннями (сердечниками), висоту поверху допускається приймати відповідно 6 м, 5 м, 4,2 м. Співвідношення висоти поверху до товщини стіни повинне бути не більше ніж 12;
- на рівні перекриттів і покриттів, виконаних із збірних елементів, по всіх стінах без розривів повинні встановлюватися антисейсмічні пояси з монолітного залізобетону з неперервним армуванням. У будівлях з монолітними залізобетонними перекриттями, замуруваними по контуру в стіни, у випадку опирання монолітного перекриття на всю товщину стіни, антисейсмічні пояси в рівні цих перекриттів допускається не влаштовувати;
- у сполученнях стін у кладку повинні укладатися арматурні сітки загальною площею перерізу поздовжньої арматури не менше ніж 1 см^2 , довжиною не менше ніж 120 см у кожний бік через 70 см за висотою за сейсмічності 7 і 8 балів і через 50 см – при 9 балах;
 - ділянки стін над горищним перекриттям заввишки більше 40 см, а також фронтони, повинні бути підсилені вертикальним армуванням або вертикальними залізобетонними включеннями, заанкерованими в антисейсмічний пояс;
 - у стінах комплексної конструкції сердечники повинні влаштовуватися в місцях сполучення стін, у віконних простінках, у місцях обрамлень дверних прорізів внутрішніх стін, на глухих ділянках стін кроком, який не перевищує висоту поверху. Сердечники повинні з'єднуватися з антисейсмічними поясами, анкеруватися за допомогою сіток у прилеглій кладці та виконуватися відкритими не менше ніж з одного боку. Якщо залізобетонні включення (сердечники) виконуються на торцях простінків, то поздовжня



Рис. 5. Дослідний зразок мурування для визначення міцності зчеплення за методикою EN 1052-5:2005 та ASTM C1072



арматура включень повинна бути з'єднана хомутами, укладеними в горизонтальних швах кладки;

- у каркасно-кам'яних будівлях монолітні залізобетонні колони повинні виконуватися в місцях сполучень стін перерізом не менше ніж 40 см × 40 см, відкритими не менше ніж з одного боку, з бетону класу за міцністю на стиск не нижче ніж С12/15. Відстань між колонами допускається не більше ніж 8 м. Арматура колон повинна анкеруватися в поперкових монолітних (збірно-монолітних) поясах і в фундаментах. Збірно-монолітні пояси повинні забезпечувати контакт кладки з монолітним бетоном не менше ніж на 60% від загальної площі обпирання пояса на кладку. Поперечне армування колон виконується відповідно до вимог армування колон каркасних будівель.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України – Чинні від 2014-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. – VI, 110 с.
- ДБН В.2.6-162:2010 Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – Чинні від 2011-09-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2011. – VI, 97 с.
- Поляков С.В. Сцепление в кирпичной кладке. / С.В. Поляков - М.: Гос. изд-во литературы по стр-ву и архитектуре, 1959. - 85 с.
- Eurocode 6. Design of masonry structures – Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures. - 123 p.
- EN 1052-5:2005. Methods of test for masonry. Determination of bond strength by the bond wrench method. – 18 p.
- ASTM C 1072. Standard Test Methods for Measurement of Masonry Flexural Bond Strength. - 19 p.
- ДСТУ Б В.2.6-174:2011 Конструкції кам'яні. Метод визначення міцності зчеплення в кам'яній кладці (ГОСТ 24992-81, MOD) – Чинний від 2012-12-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2012. – V, 12 с.
- Экспериментальные исследования прочности сцепления кладки из различного типа камней согласно стандартов EN 1052-5:2005 и ASTM C1072 / [Шеховцов И.В., Петраш С.В., Бондаренко А.В., Шеховцов В.И.] // Будівельні конструкції: зб. наукових пр. – Київ, ДП НДІБК, 2015. – Вип. 82. – С. 550 -557.

REFERENCES

- DBN V.1.1-12:2014 Construction in seismic regions of Ukraine – Valid from 2014-10-01. – K.: DP «Ukrarkhbudinform», 2014. – VI, 110 p.
- DBN V.2.6-162:2010 Masonry and reinforced masonry structures. General provisions – Valid from 2011-09-01. – K.: DP «Ukrarkhbudinform», 2011. – VI, 97 p.
- Polyakov, S.V. Brick masonry bonding / S.V. Polyakov - M.: Gos. Izd-vo literaturi po strvu i arkhitekture, 1959. - 85 p.
- Eurocode 6. Design of masonry structures – Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures. - 123 p.
- EN 1052-5:2005. Methods of test for masonry. Determination of bond strength by the bond wrench method. – 18 p.
- ASTM C 1072. Standard Test Methods for Measurement of Masonry Flexural Bond Strength. - 19 p.
- DSTU B V.2.6-174:2011 Masonry structures. Method for determination of masonry bonding strength (GOST 24992-81, MOD) – Valid from 2012-12-01. – K.: DP «Ukrarkhbudinform», 2012. – V, 12 p.
- Experimental studies of masonry bonding strength of various types of masonry according to EN 1052-5:2005 and ASTM C1072 / [Shekhovtsov I.V., Petrash S.V., Bondarenko A.B., Shekhovtsov V.I.] // Budivelni konstruktsii: zb. naukovukh pr. – K., NIISK, 2015. – Iss. 82. – P. 550 -557.

Стаття надійшла до редакції 07.02.2019 р.