

ПРОБЛЕМИ БУДІВНИЦТВА ТОРГІВЕЛЬНО РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ «ФОРУМ ЛЬВІВ» ТА ЗАХОДИ І ЗАСОБИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Матвеев І.В.

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Дано коротку характеристику складних умов будівництва ТРЦ "Форум-Львів" в м. Львові. Виходячи з цих умов описано конструктивні і геотехнічні способи захисту об'єкту будівництва.

АННОТАЦИЯ: Приведена краткая характеристика сложных условий строительства ТРЦ "Форум-Львов" в г. Львов. Исходя из этих условий описаны конструктивные и геотехнические способы защиты объекта строительства.

ABSTRACT: A short characteristic of the complex conditions for construction of TEC "Forum-Lviv" is presented in paper. The structural and geotechnical methods for protection of that construction object are mentioned there.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: складні інженерно-геологічні і сейсмонебезпечні умови, геотехнічний вплив, конструктивний і геотехнічний захист.

ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

В період 2013 ... 2015 років ДН НДІБК виконував науково технічний супровід проектування і будівництва торговельно розважального центру «Форум Львів». Комплекс робіт, що виконуються, містить розробку технічних рішень конструктивної частини проекту з урахуванням збереження існуючої щільної інфраструктури, їх розрахунково теоретичне обґрунтування, уточнення інженерно геологічних умов майданчику будівництва, розробку робочих креслень, авторський нагляд за зве-

денням конструкцій, інструментальне геодезичне спостереження а існуючою щільною оточуючою забудовою

Проектування і будівництво торговельного центру «Форум Львів» виконувалось у відповідності з діючими нормами і правилами:

ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»;

ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування»;

ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 «Основи та фундаменти споруд Основні положення проектування. Палі і пальові фундаменти»;

ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»;

ДБН А.2.2-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва»;

ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення»;

ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення»;

ДБН В.2.6-163:2010 «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу»;

СНиП 3.04.03-85 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии»;

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;

СНиП 2.02.05-87 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками»;

ДБН 360-92* «Планування і забудова міських і сільських поселень»;

ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

ДБН А.2.2-3-2004 «Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва»;

ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво у сейсмічних районах України»;

ДБН В.1.2-12:2008 «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки»;

ДБН В.1.2-5:2007 «Науково-технічний супровід будівельних об'єктів»;

ДБН А.2.2-3-2012. Склад та зміст проектної документації на будівництво;

ВСН 490-87 «Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки».

Місце будівництва – ущільнена міська забудова м. Львова в межах вулиць Джерельної, Під Дубом, П. Куліша та Цехової.

Сейсмічність майданчика будівництва, що знаходиться в м. Львові,

в залежності від категорії ґрунтів при сейсмічності району 6 балів шкали MSK-64, відноситься до III категорії ґрунтів за сейсмічними властивостями та сейсмічністю 7 балів згідно карти ЗСР-2004 додатку А, ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво у сейсмічних районах України».

Температурна зона району будівництва згідно з Додатком В ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель» - II.

Розрахункова температура зовнішнього повітря згідно з ДБН В.2.6-31 : 2006 - мінус 20° С.

Середня температура найбільш холодної доби із забезпеченістю 0.92 згідно СНиП 2.01.01-82 становить -23 °С.

Середньорічна температура згідно СНиП 2.01.01-82 становить 6.7 °С

Абсолютно-мінімальна температура згідно СНиП 2.01.01-82 становить -33 °С

Абсолютно-максимальна температура згідно СНиП 2.01.01-82 становить 37 °С

Середня максимальна температура найбільш жаркого місяця згідно СНиП 2.01.01-82 становить 23 °С

Середня температура найбільш холодного періоду згідно СНиП 2.01.01-82 становить -9 °С

Тривалість періоду із негативною температурою згідно СНиП 2.01.01-82 становить 106 днів

Середньорічна кількість опадів згідно СНиП 2.01.01-82 становить 798 мм

Нормативна глибина промерзання ґрунту згідно СНиП 2.01.01-82 становить 0.8 м

Нормативне значення вітрового тиску в 3 вітровому районі згідно ДБН В.1.2-2:2006 становить 0,5 кПа

Нормативне значення снігового навантаження в 4 сніговому районі згідно ДБН В.1.2-2:2006 становить 1,4 кПа.

Клас відповідальності будівлі згідно табл. 1 додатку А ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Визначений – СС3 (значні наслідки).

Відповідальність конструкцій та їх елементів згідно з п.5.2.1 ДБН В.1.2-14-2009 віднесена до категорії А

Коефіцієнт надійності і відповідальності γ_n визначені згідно т. 5 ДБН В.1.2-14-2009 для:

Усталених розрахункових ситуацій першої групи граничних станів $\gamma_n=1.25$.

Усталених розрахункових ситуацій другої групи граничних станів $\gamma_n=1$.

Аварійних розрахункових ситуацій $\gamma_n=1.05$.

Термін експлуатації будівлі згідно із рекомендаціями додатку В

ДБН В.1.2-2:2006 прийнято 100 років.

Програмний комплекс на якому проводились розрахунки - «Ліра - Вiндовс».

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ

Інженерно-геологічні вишукування ділянки будівництва торгового центру «Форум Львів» з підземним паркінгом та благоустроєм прилеглої території, виконано ПрАТ «Геотехнічний інститут» на основі технічного завдання та угоди з ПП «Тебодін Україна» за № 1373/01-11/07 від 07 вересня 2011 р.

В геоструктурному відношенні територія проектного торгового центру «Форум Львів» розташована в межах Волино-Подільської плити, яка являє собою західний схил Українського кристалічного щита. Схил щита занурений під палеозойські відклади (кембрій, силур, девон, карбон) та перекритий товщами крейдового і міоценового віку.

На заході плита обмежується Галицько-Волинською (Львівсько-Люблінською) западиною. Западина в сучасному рельєфі не знаходить прямого відображення, оскільки вона знівельована мезо-кайнозойськими відкладами, зокрема потужність верхньокрейдових порід в межах Львова досягає кількох сотень метрів.

Згідно геоморфологічного районування ділянка проектного центру розташована в межах долини р. Полтви.

Переважає більшість території, що прилягає до вулиць Джерельної, Під Дубом охоплює першу надзаплавну терасу, решта – що межує з вулиць П. Куліша, Цехової знаходиться в заплаві долини.

Рельєф території рівнинний, поверхня слабо нахилена на північний схід та схід. Абсолютні відмітки поверхні змінюються в межах 266.7 – 269.3 м.

Геологічна будова ділянки на глибину 25.0 м складена сучасними, верхньочетвертинними та крейдовими відкладами.

Сучасні утворення представлені насипними ґрунтами, верхньочетвертинні – торфами, глинами різного ступеню заторфованості з лінзами та прошарками пісків, крейдові – елювіальною товщею (зоною звітрявання мергелів) та власне мергелями.

В межах досліджуваної ділянки товща насипних ґрунтів має в основному потужність 3.5 – 4.5 м, а ближче до вул. П. Куліша збільшується до 5.3 м.

Верхньочетвертинні відклади мають повсюдне поширення з потужністю в межах над заплавної тераси 1.0 – 2.3 м, в заплаві їх потужність досягає максимальних значень 7.7 – 8.3 м.

В межах першої над заплавної тераси крівля крейдових відкладів

простежується на глибині 3.7 – 5.0 м, з тенденцією занурення до глибини 10.2 – 13.0 м в межах заплави.

Відкрита потужність крейдових відкладів становить 14.0 – 14.3 м.

На основі польових і лабораторних досліджень із врахуванням віку, генезису, фізико-механічних характеристик ґрунтів, згідно ДСТУ Б В.2.1-2-96 «ґрунти. Класифікація», ДСТУ Б В.2.1-5-96 «ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань» виділено наступні інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

ІГЕ 1. Насипний ґрунт (tIV) – відсипаний сухим способом, складений супіщано-глинистими ґрунтами із включеннями будівельних відходів від 20 до 30% об'єму, із залишками фундаментів, нерівномірно злежаний, темно-сірий.

ІГЕ 2. Торф (abIV) низинного походження, середньорозкладений, з прошарками глини заторфованої, темно-коричневий, темно-сірий до чорного.

ІГЕ 3. Глина тугопластична (aIII), з прошарками напівтвердої, з домішкою органічних речовин, з включеннями щебеню вапняку від 10 до 20% об'єму, голубувато-сіра, сіра.

ІГЕ 4а. Глина напівтверда (eK2m), щебениста, з прошарками тріщинуватого мергелю, сіра.

ІГЕ 4. Глина тверда (eK2m), щебениста, з прошарками тріщинуватого мергелю, сіра.

ґрунти ІГЕ 4а, 4 це зона вивітрювання корінних порід – мергелів. Характер вивітрювання, їх потужність залежить від тріщинуватості, водозбагаченості материнських порід. Як наслідок нижня границя зони вивітрювання нерівна.

Серед товщі ґрунтів збереглися лінзи і прошарки мергелів різної потужності та міцності, які мають незакономірне поширення.

ІГЕ 5. Скельний ґрунт – мергель (K2m) зниженої та низької міцності, розмякшуваний, пелітоморфний, тріщинуватий, насичений водою по тріщинах, сірий.

ІГЕ 6. Скельний ґрунт – мергель (K2m) маломіцний, розмякшуваний, пелітоморфний, тріщинуватий, по тріщинах насичений водою, сірий.

Гідрогеологічні умови території проєктованого будівництва характеризуються двома водоносними горизонтами: четвертинним та крейдовим.

Водовміщуючими породами четвертинного горизонту є насипні ґрунти, торфи, глини заторфовані.

Рівень горизонту фіксується на глибинах 1.8 – 3.5 м, на абсолютних відмітках 264.1 – 267.2 м.

В несприятливі періоди рівень може підвищуватися на 1,0 – 1.5 м вище зафіксованого. Коефіцієнт фільтрації ґрунтів змінюється від 0.0202

до 0.1718 м/добу.

Крейдовий водоносний горизонт залягає в скупченнях щебеню та прошарках мергелю, ґрунтів ІГЕ 4а, 4 та тріщинуватих зонах мергелю ІГЕ 5, 6.

Горизонт напірний, висота напору становить 1.8 – 9.1 м. П'єзометричний рівень горизонту фіксується на абсолютних відмітках 260.5 – 265.9 м.

Живлення горизонтів відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів.

Води горизонтів по відношенню до бетону марки W4 на портландцементі ГОСТ 10178-76 в зоні вологості за СНиП II-3-79 «Нормальна волога» агресивних властивостей не мають.

Територія підтоплена ((п. 2.95 «Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)»). При проектуванні підвалів, паркінгів передбачити посилену гідроізоляцію і дренаж території.

Фізико-геологічні явища та процеси, несприятливі для будівництва відсутні. Інженерно-геологічні умови ділянки ускладнені присутністю насипних ґрунтів (ІГЕ 1) потужністю від 1.8 до 5.3 м та торфів ІГЕ 2, потужністю від 0.3 до 2.9 м, за торфованих глин ІГЕ 3 загальною максимальною потужністю до 7.0 м.

Категорія складності інженерно-геологічних умов території – II (додаток Ж ДБН А.2.1-1-2008)

Будівництво торгового центру з підземним паркінгом до –3.6 м впритул до існуючої забудови можливо сприятиме посиленню деформацій на будинках тому необхідно передбачити конструктивні заходи по їх запобіганню.

Враховуючи інженерно-геологічну будову та фізико-механічні характеристики ґрунтів досліджуваної території частина її, що розташована в межах першої надзапальної тераси, відноситься до II-ї категорії ґрунтів за сейсмічними властивостями, в межах заплави – до III-ї категорії (таблиця 1.1 ДБН В.1.1-12:2006).

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ ТА ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

Через особливості інженерно-геологічних умов майданчика будівництва, фундаменти торгового центру запроектовані палевими, палі буронабивні та ті, що вдавлюються. Під кожен стовп каркасу запроектовано палевий куш, об'єднаний залізобетонним ростверком. Палі з'єднані з ростверками – жорстко. Висота ростверків 450 та 600 мм. По роствер-

ках влаштовується суцільна армована плита товщиною 220 мм та підлога 80 мм.

Також проектом передбачено влаштування діафрагм жорсткості товщиною 250 мм, які розташовуються між колон в зовнішніх стінах. Основою для діафрагм служать розподільчі балки – стінки, що влаштовуються між колонами по всьому периметру будівлі в межах паркінгу по його висоті. Балки – стінки спираються на фундаменти з палевих кушів колон, заанкерені в колони і мають арматурні випуски для з'єднання із стінами діафрагм, що розташовуються вище. Балки – стінки виконують також функцію притискувальних стін для утримання настінної гідроізоляції з бетонітових матів.

Фундаменти секцій 1 та 4 прийняті з буронабивних паль діаметром 620 мм. Довжина паль складає 10.0 м, 13.0 м, 14.0 м, 15.0 м, 16.0 м, та 17.0 м. Це обумовлено літологічною будовою геологічних нашарувань ділянки будівництва.

Основою для п'ят буронабивних паль слугують ґрунти ІГЕ-5 – мергель зниженої та низької міцності, розм'якшуваний, тріщинуватий, насичений водою по тріщинах, сірий, з наступними нормативними фізико-механічними властивостями: питома вага $\gamma = 21.5 \text{ кН/м}^3$, розрахункове значення опору одноосовому стиску в водонасиченому стан становить $R_c = 4.42 \text{ МПа}$.

Секції 2, 3, 5, 6 та 7 спираються на куші з паль, що занурюються вдавлюванням. Перетин паль становить $350 \times 350 \text{ мм}$. Довжина паль, залежно від літологічних особливостей ділянки та об'ємно-планувальних особливостей ТЦ, становить 4.0 м, 4.5 м, 5.0 м, 6.0 м, 6.5 м, 8.0 м та 10.0 м. Основою вістря призматичних паль слугує ІГЕ-4 – глина легка (суглинок важкий) мергельна тверда, щербениста, з прошарками тріщинуватого мергелю. Модуль загальної деформації ІГЕ-4 $E = 30 \text{ МПа}$.

Основою для ростверків слугує насипний пошарово утрамбований ґрунт, відсипаний сухим способом, складений супіщано-глинистими ґрунтами із включенням будівельного сміття від 20 до 30 % об'єму, із залишками матеріалу старих фундаментів, нерівномірно злежаний, темно-сірий (насипний ґрунт). Влаштування ростверків та плит підлоги виконується по бетонній підготовці з бетону класу В7.5 товщиною 100 мм та бетонітовим матом гідроізоляції.

Проектом передбачено натурні випробування паль на вертикальні навантаження. Запроектовано 7 буронабивних паль для випробування, навантаження на які передаються з використанням анкерних паль, параметри анкерних паль визначає організація, яка здійснює випробування.

Окрім цього, передбачено випробування 5 паль, що занурюються вдавлюванням. Як противага при випробуванні використовується вдавлювальна установка, вага якої більша за максимальне навантаження при

статичних випробуваннях.

Огородження котловану в зоні де відсутній вплив на оточуючу забудову, виконується з буронабивних паль, а проміжки між ними заповнюються за бурозмішувальною технологією джетами.

Враховуючи те, що в іншій зоні будівництво ТРЦ відбувається в умовах існуючої щільної забудови, проектом передбачено заходи по унеможливленню впливу будівництва на існуючі будівлі, а саме:

Для зниження навантажень на основу у зоні можливого впливу на сусідні, існуючі будівлі, проектом передбачено влаштування огороження котловану з паль, які занурюються вдавлюванням. Їх кількість та розташування визначались з урахуванням унеможливлення виникнення додаткових осідань при екскавації ґрунту з котловану.

Для унеможливлення утворення «баражного» ефекту, на шляху фільтрації підземного потоку, проектом передбачено влаштування дренажної каналізації, по периметру будівлі з використання вертикальних дренажів у водовідведенням в дощову каналізацію.

Усі поверхні ростверків, які контактують із ґрунтом, обмазуються бітумом за 2 рази. Ростверки влаштовуються по бетонній підготовці. Для гідроізоляції заглибленого паркінгу використовуються бентонітові мати, які укладаються в горизонтальній площині по підготовці під армовану плиту підлоги паркінгу, а в вертикальних площинах влаштовуються по забірці і утримуються притискувальною залізобетонною стіною. Тип і марка бентонітових матів ізоляції буде визначено на стадії «Робоча документація».

Проект палевих фундаментів уточнений після виконання натурних випробувань паль. Завдання на випробування паль виконано до стадії «Робоча документація».

Матеріал конструкції:

- ростверки - бетон кл. C25/30, F75, W6
- палі - бетон кл. C25/30, F75, W6
- стіни підземного поверху - бетон кл. C25/30, F75, W6
- бетонна підготовка – бетон кл. B7,5.

Арматура по ДСТУ 3760:2006 класів A400C, A500C для робочих стержнів та A240C для конструктивних і розподільних стержнів.

КОНСТРУКЦІЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО КАРКАСУ

Будівля ТРЦ запроектована, з урахуванням підземного поверху, чотирьохповерховою, по каркасно-монолітній конструктивній схемі. Висота підземного поверху 3.3 м, висота надземних поверхів 5.4 м. Плити перекриття влаштовуються на відмітках -0.050, +5.350, +10.750, +16.150 м (верх плит).

Будівля конструктивно поділена на 7 відсіків деформаційними (во-

ни ж і антисейсмічні) швами. Довжина кожного блоку не перевищує 80 м, що задовольняє вимогу п. 3.1.2 ДБН В. 1.1-2006. Ширина антисейсмічного шва згідно п. 3.1.7 ДБН В. 1.1-2006 становить 50 мм. Деформаційні (антисейсмічні) шви запроектовані в наступних осях: 1 блок – 5 - 15 / А-Н; 2 блок – 1 - 5 / Е-К; 3 блок – 5 -13 / Н-С; 4 блок – 13- 17 / Н-У; 5 блок – 17- 23 / І-С; 6 блок – 23-31 / І-С; 7 блок – 18-27/ С-У.

Згідно таблиці 3 Посібника по проектуванню бетонних і залізобетонних конструкцій із важких і легких бетонів (без попереднього напруження арматури) (до СНиП 2.03.01-84 –втратив силу), максимальна довжина температурного блоку монолітної залізобетонної будівлі без спеціального розрахунку не повинна перевищувати 50 м. При компоновці конструктивної схеми будівлі було прийнято максимальну відстань між температурно-деформаційними швами 80 м. Це пояснюється тим, що нормами дозволяється перемножити встановлену максимальну відстань між температурно-деформаційними швами на коефіцієнт δ , що в умовах будівництва будівлі становить 2.441. В результаті згідно розрахунку отримуємо відстань, яка становить 122.1 м. Остаточна максимальна довжина блоків приймається з урахуванням сейсмічності майданчика, яка не перевищує 90 м.

Каркас, утворений колонами і плитами перекриття, які жорстко з'єднанні між собою в межах відсіків. Колони каркасу також жорстко з'єднані з залізобетонними ростверками фундаментів. Монолітні перекриття запроектовані безбалковими на позначках: ± 0.000 , $+5.400$, $+10.800$, $+16.200$ м в приопорних ділянках каркасу в місці дії найбільших поперечних сил передбачено потовщення плит за рахунок капітелей. Плита паркінгу на відмітці -3.300 м спирається на монолітні залізобетонні ростверки.

Колони каркасу запроектовані прямокутного перерізу 500×500 мм та круглого перерізу діаметром 500 мм. В місцях деформаційних швів влаштовуються парні колони. Товщина плит перекриттів запроектована однакова – 250 мм. Товщина плит з урахуванням капітелей становить 500 мм. Капітелі в плані запроектовані розмірами 1500×1500 мм. В місцях парних колон між ними в рівні перекриттів встановлюються гумові демпфери для гасіння горизонтальних деформацій від сейсмічних навантажень.

По контуру будівлі, на підземному поверсі у паркінгу, передбачаються монолітні залізобетонні стіни, які з конструктивної точки зору працюють як балки стінки закріплені в колонах по висоті, а також в ростверках і плитах перекриття підземного поверху. Ці конструкції виконують функції притискувальних стін для бентонітових матів гідроізоляції до забірки стін огороження котловану і розподільчих балок стінок від нерівномірних навантажень огорожуючих конструкцій і діафрагм

жорсткості. Останні виконуються в залізобетонних конструкціях в зоні де влаштовуються буронабивні палі фундаментів і в металевих конструкціях в зонах паль фундаментів, що вдавлюються.

Під ескалатори влаштовуються прямки в перекритті, глибина прямиків – 1.05 м, розміри в плані 4400х1590 мм для одинарного ескалатора, а також 4400 × 3120 мм для подвійного ескалатора. Влаштування даних прямиків конструктивно вирішується місцевим пониженням плити перекриття, яка опирається на балки перекриття.

Під панорамні ліфти влаштовують прямки в перекритті, глибина прямиків – 1.3 м, розміри в плані запроектовані 2680 × 4480 мм. Влаштування даних прямиків конструктивно вирішується місцевим пониженням плити перекриття, яка опирається на балки перекриття.

Просторова жорсткість каркасу забезпечується за допомогою жорстких вузлів з'єднання фундаментів з колонами, колон з плитами перекриттів, жорстким диском монолітних перекриттів, а також залізобетонними або металевими діафрагмами жорсткості та ядрами жорсткості, які запроектовані, як монолітні стіни сходових клітин і ліфтових шахт. Місця розташування ядер жорсткостей відповідають архітектурно-планувальним рішенням. Влаштування діафрагм жорсткостей, їх кількість і місця розташування, визначались розрахунком на статичні і сейсмічні навантаження каркасу. За технічними рішеннями вони розташовані в зовнішніх стінах і підбирались таким чином щоб амплітуди коливань відсіків не перевищували половини розміру деформаційних швів 25 мм.

Матеріал конструкції:

- колони каркасу – бетон кл. C25/30, F75, W4
- плити перекриття - бетон кл. C25/30, F75, W4
- стіни – бетон кл. C25/30, F75, W6.

Арматура по ДСТУ 3760:2006 класів A400C, A500C для робочих стержнів та A240C для конструктивних і розподільних стержнів.

АНТИСЕЙСМІЧНІ ЗАХОДИ

У багатоповерхових каркасних будівлях системою, що сприймає горизонтальне сейсмічне навантаження, слугує просторовий каркас із жорсткими рамними вузлами, каркас із вертикальними в'язями, діафрагмами жорсткості та ядрами жорсткості, які утворюються стінами сходових груп та ліфтів.

Запроектований каркас з колонами, що защемлений в фундаментах і шарнірно або жорстко з'єднаний з прогоновими конструкціями.

Жорсткість покриття забезпечується встановленням горизонталь-

них і вертикальних в'язей, надійним закріпленням профільованого настилу до несучих конструкцій покриття.

Застосування самонесучих стін із кам'яної кладки запроектовано при кроці пристінних і рядових внутрішніх колон 8 м при висоті стін 3.3 м в паркінгу, 5.4 м – на торговельних поверххах і 12 м – в кінотеатрах.

Враховуючи сейсмічні умови будівельного майданчику стіни з блоків влаштовуються з армошвами із сітки через три ряди кладки. Сітка в два стрижні. Сітку слід анкерувати в колони. Якщо стіна в створі колон - двома стрижнями напрямку. Якщо стіна виступає назовні - одним стрижнем напрямку, другим анкерувати ззовні, а стрижень зігнути.

Для надання стінам висотою 5.4 м і 12 м жорсткості при деформуванні з площини необхідно укласти залізобетонні антисейсмічні пояси на висоті 2100мм у першому випадку і на висотах 3000, 6000, 9000, 12000 мм у другому, які заанкерувати в колонах. Верх кладки достатньо анкерувати в стелю арматурними стрижнями, або П-подібними елементами з шагом через 500 мм. В паркінгу при висоті стін 3.3м достатньо влаштування армошвів без антисейсмічних поясів.

Таким чином вказане заповнення, разом з залізобетонними і металевими діафрагмами жорсткості бере участь у роботі каркасу, розраховано і запроектовано, як діафрагма жорсткості.

Центральна зона жорстких вузлів залізобетонних каркасів запроектована із допоміжним армуванням у вигляді зварних сіток, спіралей або замкнутих хомутиків, що встановлюються за розрахунками. У тому випадку, коли за розрахунком допоміжне армування непотрібне, центральну зону вузла заармовано конструктивно замкнутими хомутами зі стрижнів діаметром 8 мм з кроком 100 мм. Ділянки колон, які прилягають до жорстких вузлів на відстані, що дорівнює полуторній висоті їх перерізу, армуються замкнутою поперечною арматурою (хомутами), встановленою за розрахунком.

У колонах і ригелях каркасних будівель з'єднання стрижнів виконується в напуск, при діаметрі поздовжньої арматури до 22 мм, в інших випадках стрижні закінчуються «лапками» або іншими анкерними пристроями.

Стаття надійшла до редакції 12.09.2014 р.