



Получена: 17.05.2024 г.

Приета: 31.05.2024 г.

СГРАДА „ЧАЙНА“ ПРИ ПИСТА „ЧЕРВЕНО ЗНАМЕ“, К.К. БОРОВЕЦ – ОБСЛЕДВАНЕ И ОЦЕНКА НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ

Хр. Нешев¹

Ключови думи: обследване на строителни конструкции, оценка на техническото състояние на строителни конструкции, реконструкция, стоманобетонни конструкции

РЕЗЮМЕ

Настоящата разработка разглежда конструктивното обследване на съществуваща сграда с предназначение „Чайна“, позиционирана централно срещу писта „Червено знаме“ в к.к. Боровец. Извършено е обследване, при което са установени носещите конструктивни елементи, изследвани са якостните характеристики на вложените материали, реализирано е геометрично заснемане на носещите вертикални и хоризонтални елементи, констатирано е наличието на дефекти и повреди, извършен е изчислителен анализ на конструкцията за основни и особени съчетания и са предложени основни препоръки за последващи укрепителни дейности за привеждане на конструкцията в съответствие с действащите нормативни документи.

1. Въведение

Проектираните и реализирани сгради през втората половина на миналия век са значителен брой. Собствеността на голяма част от тях е частна, на други – държавна или общинска. В зависимост от качеството на изпълнение, периода и степента на експлоатация и осъществяваната текуща ремонтна поддръжка, тяхното състояние варира от нормално (пренебрежими повреди) до непригодно за нормална експлоатация или аварийно [1].

¹ Христиан Нешев, гл. ас. д-р инж., кат. „Масивни конструкции“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: neshev_bg@abv.bg

Разглежданата в настоящия доклад конструкция е представител на монолитните рамкови конструкции. Тя е проектирана и изпълнена в края на 80-те години на миналия век и е експлоатирана непрекъснато през последните 30 от тях. Върху конструкцията се наблюдават белези от: лоша проектна оценка на външните въздействия върху сградата; недобро изпълнение на някои от СМР при реализацията на строежа; изминалият период на експлоатация; ненавременна поддръжка в някои зони на сградата и др.

Настоящият доклад се позовава на предишния опит на множество български инженери, които са наблюдавали и изследвали поведението на строителните конструкции във времето, а именно проф. Д. Димов, проф. Ат. Георгиев, проф. В. Кърджиев, проф. Д. Димитров, проф. Д. Назърски, проф. Б. Петров, доц. Д. Паничков, доц. П. Христов, доц. Е. Абдулахад и много други. Част от изследванията, ръководствата и учебниците, които са приложими към настоящата разработка са [1 – 15].

2. Общи особености на сградата

Сградата „Чайна“ вероятно е проектирана от КИИП „Спортпроект“ – София, а евентуалният инвеститор на обекта е СМК „София Окръг“. Първоначалното проектно предназначение на сградата е било „Чайна“ с кафе-сладкарница, ресторант, ски зона, развлекателна зона и др., като в последствие при неколкостепенната смяна на собствеността са променени и функционалните предназначения.

Вероятно сградата е проектирана и построена през втората половина на 80-те години на XX век, като пусковият срок е бил преди започване на домакинство за световното първенство по ски алпийски дисциплини през 1989 г. Поради изключително високото ниво на предлагани условия за зимни състезания в к.к. Боровец по това време, успешно организирани и проведени предходни световни квалификации, тогавашната държавна управа решава да кандидатства за домакинство на световната купа през 1989 г. Вероятно сграда „Чайна“ е било необходимо да бъде въведена в експлоатация преди провеждане на евентуалното световно състезание.

Разглежданата сграда е с многоъгълна форма (фиг. 1), с модерен за времето си облик и сложна конструктивна носеща система. Максималните размери в план са приблизително 40×30 m. Сградата се състои от три експлоатационни нива – сутерен, първо (партерно) и второ. Покривната конструкция на сградата е съставена от основен, еднокатен покрив и множество допълнителни покриви. Стоманобетонните конструктивни елементи са изпълнени по монолитен способ.

Установени са няколко допълващи застроявания към основната сграда, като най-масабно е разширяването на обществената зона на първо (партерно) ниво с около 230 m².



Фиг. 1. Южна и северна фасади на сградата

3. Методика на обследване, изпитване и анализ на резултатите

3.1. Запознаване с наличната проектна и ексекутивна архивна документация за обекта

Към момента на реализация на обследването не е установено наличие на архивна проектна документация, както и на такава, удостоверяваща процесите, свързани с изпълнението на носещите конструктивни елементи, архитектурните и инсталационните работи, а също и въвеждането в експлоатация на сградата.

3.2. Визуално и геометрично обследване

Сградата „Чайна“ към момента на посещение от инженерния екип не е в експлоатация. Последните предназначения по етажи са:

– сутерен – ски зона с обществена функция:

* северна част – предоставяне на ски под наем, ремонтни дейности на ски приспособления, тоалетна, зона за охранителен екип, стълбище;

* централна част – неизползваема зона, която е негодна за постоянна или временна употреба към момента на обследване, поради сериозното овлажняване на помещенията. Вероятното предназначение е технически помещения и складова зона за съхранение на материали, приспособления и устройства, свързани с нуждата за поддръжка на ски писта „Червено знаме“;

* южна част – вероятното предназначение на тази зона е за механа, като основният достъп се е осъществявал откъм северната страна на сградата. Към момента на извършване на приобектовите задачи отворите за достъп са затворени (зазидани с керамични елементи тип „тухла-четворка“);

– партерно (първо) ниво – ресторант, кухня, хладилници, складове, мокри помещения, технически помещения и др.;

– второ ниво – развлекателна зона, тоалетни, стаи за отдих.

3.3. Изследване на качествата на бетона

Контролт и оценката при определяне на качествата на бетона са извършени съгласно нормативни документи БДС EN 12390-3 [16]; БДС EN 12504-1 [17]; БДС EN 12504-2 [18], БДС EN 13791 [19] и литературни източници [1, 8, 9, 12].



Фиг. 2. Бетонни пробни тела

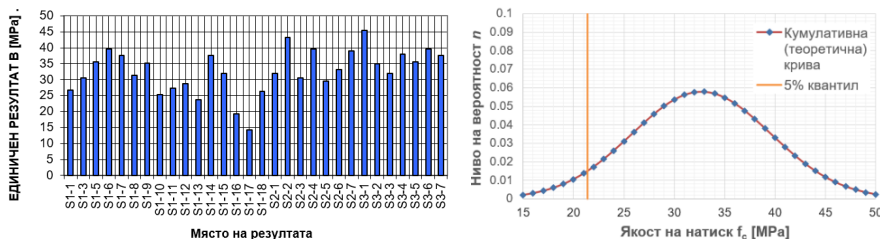
Изпълнени са пет броя ядкови сондажи в различни по вид, местоположение и тактово изпълнение носещи конструктивни стоманобетонни елементи (сутеренни стени и плочи). Извадени са 4 броя пробни тела (ядки), предоставени за изпитване в лабораторни условия с цел установяване на якостта на натиск на бетона и обемната му плътност (фиг. 2). Приложен е и безразрушителен метод за определяне на якостта на натиск на бетона, като е използван склерометър PROCEQ „Schmidt-N“. Бетонните повърхности са подготвени за изпитване съгласно стандарта [18]. Изрязването на пробните тела е извършено съгласно изискванията на стандарта БДС EN 12504-1 [17] (фиг. 3). Пробните тела са просвредлени в зони с минимални възникващи усилия в конструкцията при основни и особени съчетания. Носещата способност е възстановена чрез използване на силикатен разтвор с компенсирано съсъхване. Понижаване на сигурността на носещите елементи не се очаква.



Фиг. 3. Изрязване на сондажни ядки от сутеренна стена и плоча

3.4. Статистическа обработка на резултатите от разрушителните и безразрушителните изследвания на бетона

Статистическата оценка на получените резултати е извършена съгласно изискванията на БДС EN 13791/NA [19] и БДС EN 206/NA [20] и получените якости от безразрушителния метод са съгласувани с резултатите от лабораторните изпитвания на пробните тела (фиг. 4).



Фиг. 4. Единични резултати от изпитване със склерометър и нормално (Гаусово) разпределение на якостта на бетона за колони и сутеренни стени

Определени са механичните свойства на бетона за всички вертикални елементи (сутеренни стени и колони):

– колони – изследвана е якостта на бетона от безразрушителни изпитвания чрез склерометър, която е съгласувана с якостните параметри, определени от цилиндричните пробни тела, изрязани от стоманобетонни сутеренни стени;

– сутеренни стени – изрязани са 3 броя цилиндрични пробни тела и са изпитани в лабораторни условия (2 броя). След просвредляване на ядков сондаж ПТЗ е установена непълтна структура на бетона и невъзможност за набавяне на пробно тяло за якостно изпитване (фиг. 5).



Фиг. 5. Ядково сондиране ПТЗ – непълтна структура на бетона

Определени са механичните свойства на стоманобетонните хоризонтални елементи (плочи и греди) чрез серия от безразрушителни изпитвания и два броя пробни тела.

На базата на извършените статистически обработки и лабораторни резултати са направени следните констатации:

- обемната плътност на бетона варира в границите от 2040 kg/m³ до 2390 kg/m³;
- якостите, определени чрез лабораторните изпитвания на пробните тела, показват значителни вариации в якостта на натиск – от 16,1 МРа до 54,5 МРа. Високата якост на бетона на плочите се дължи на по-доброто му уплътняване спрямо вертикалните елементи, както и на факта, че при изпитването на пробните тела са изрязани цилиндрични фрагменти с височина 100 mm от най-плътната и здрава част на ядките;

- изчислена е значителна вариация в отчетената повърхностна якост на бетона за всички изследвани стоманобетонни елементи;

- значителните различия на коефициента на съгласуване (до 1,31) между определените повърхностни якости на бетона и лабораторно изпитаните проби вероятно се дължат до голяма степен на непълтната структура на бетона;

- ниските стойности на коефициента на еднородност (минимална стойност 0,51), при всички групи елементи, показват непостоянните параметри на производствения процес на бетонната смес.

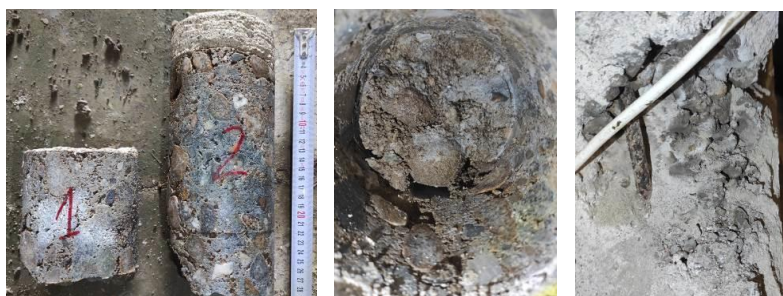
Получените стандартни класове по якост на натиск на бетона, определени при 95 % обезпеченост (5 % фрактил), както и средната обемна плътност, са дадени в табл. 1.

Таблица 1. Клас по якост на натиск на бетона и средна обемна плътност

Елементи	Клас на бетона съгласно БДС EN 206-1 [–]	Средна обемна плътност на бетона във въздушно сухо състояние [kg/m ³]
Сутеренни стени и колони	C16/20	2040 / 2160
Плоча на партерно ниво К-0,15	C20/25	2390
Плоча на първо ниво К+3,10	C20/25	2240

3.5. Определяне на структурата на вложения в конструкцията бетон

Бетонът във всички носещи стоманобетонни елементи е с подобна структура, физико-механични свойства и вложени инертни материали (едър и дребен добавъчен материал – ЕДМ и ДДМ). Установена е различна степен на уплътняване на бетонната смес при вертикалните и хоризонталните елементи. В сутеренните стени е констатирана непълтна структура на бетона, като в някои зони има силно десортиране с липсваща течна фаза на сместа. Този ефект е установен при извършените разкривки на вертикалните елементи, както и при изрязаните пробни тела ПТ1 и ПТ2 (фиг. 6).



Фиг. 6. Структура на вложения бетон

Бетонната смес, положена в хоризонталните елементи (греди и плочи), също е с непълтна структура. Както се вижда на следващата фигура, структурата на пробно тяло ПТ4 (партерна плоча) и при ПТ5 (втора плоча) е различна. Тези ефекти са потвърдени и от извършените приобектови проучвания на хоризонталните носещи елементи.

Според автора на настоящия доклад нехомогенната структура и десортиране на бетона може да се дължи на една или няколко от следните предпоставки:

- недобра рецептурна структура на бетонната смес;
- недобро прилагане на рецептата за бетонна смес;
- разслояване на бетонната смес при транспортиране (вероятно от гр. Самоков);
- недобро уплътняване на бетонната смес в кофражните форми.



Фиг. 7. Пробни тела ПТ4 и ПТ5

Независимо от причината на непълтната структура на бетонната смес са установени зони с наличие основно на ЕДМ без течна фаза, както и зони със здрава и пълтна структура (фиг. 7). Тази нехомогенност обяснява и ниските стойности на коефициента на еднородност при определяне на класа на бетона, както и значителните различия в повърхностните якости на бетона и резултатите от пробните тела, изпитани в лабораторни условия.

3.6. Определяне на степента на неутрализация на бетона в дълбочина

Използвани са визуален и измервателен („колориметричен“) методи за оценка на възможността за осъществяване на защитно действие на бетона спрямо носещата армировка в стоманобетонните сечения. Установена е дебелина, по-голяма от 20 mm на неутрализираните повърхностни слоеве на бетона, като в някои случаи повече от 45 ÷ 50 mm, или на места не е установена (фиг. 8). Най-ниска е степента на защита на бетона за армировъчната стомана в сутеренното ниво, което е породено от постоянната висока влажност на въздуха през последните десетилетия. Неутрализацията на бетона в повърхностните зони, в съчетание с неплътната му структура, е предпоставка за корозия на армировката, която е установена и при извършените огледи на конструкцията.



Фиг. 8. Корозия в носещата армировка (греди и колони) на партерна плоча, породена от неплътна структура на бетона и неутрализация на повърхностните бетонни слоеве

3.7. Определяне на дебелината на бетонното покритие на армировъчната стомана и нейните геометрични параметри

Дебелината на бетонното покритие на армировката е определена чрез директен и индиректен метод. Установено е, че използваната армировъчна стомана за напречната армировка в греди и колони е от клас А-I с характеристична граница на провлачане 235 МРа, а за надлъжната армировка в гредите и колоните – стомана от клас А-III, с характеристична граница на провлачане съответно около 420 МРа.

3.8. Определяне на степента на корозия на армировъчната стомана

Степента на корозия на армировъчната стомана е установена на базата на директен метод (направа на разкривки) и геометричен отчет на редуцираното напречно сечение на армировъчните пръти спрямо номиналната им площ.

3.8.1. Корозия във вертикални носещи елементи



Фиг. 9. Степен на корозия на армировка в колони

В носещите бетонни сутеренни стени не е установено наличие на армировъчна стомана. В стоманобетонните колони е определен броят, диаметрите и видът на вложената армировъчна стомана, като е установена корозия в надлъжната армировка в сутеренното ниво (до 10 % от нетното напречно сечение) (фиг. 9). На етажните нива степента на корозия в колоните е по-ниска (до 3 %).

3.8.2. Корозия в хоризонталните носещи елементи

3.8.2.1. Бетонова настилка

Като цяло бетоновата настилка е неармирана, като е изпълнена върху обратната засипка след направа на фундаментите на сградата. В определени зони, в северната част на сградата, е установено армиране. Налична е зона с отвор в настилъчната плоча, който е породен от суфозия на земната основа и неплътна и десортирана бетонна смес.

3.8.2.2. Партерна плоча (първо ниво) на К-0,15

След направения визуален оглед, както и извършените геометрични замервания, на партерната плоча на К-0,15 са направени следните констатации:

* в някои зони е установена редукция на номиналното напречно сечение на долните армировъчни пръти с над 50 % (фиг. 10 и фиг. 11);

* бетонното покритие на долната армировка е с дебелина около 10 mm, което в значителна част от плочата откъм южната част на сградата е отпаднало;

* структурата на бетона е порьозна и силно дефектирала откъм долната повърхност на плочата;

* налична е варо-циментова мазилка откъм долната страна на плочата с дебелина до 10 mm.

Горезложените констатации за компрометиране на плочата в южната част на сутеренното ниво откъм долната ѝ повърхност вероятно са вследствие на:

- постоянната целогодишна висока влажност на въздуха в сутерена;
- ограничената дебелина на изпълненото бетонно покритие на долната армировка на партерната плоча;
- неплътната и порьозна структура на бетона;
- цикличното замръзване и размръзване на кондензираната влага по долната повърхност на стоманобетонната плоча през зимните месеци на годината.



Фиг. 10. Степен на корозия в армировка на партерна плоча – южна част



Фиг. 11. Степен на корозия в армировка на партерна плоча – североизточна част

Откъм горната повърхност на стоманобетонната плоча на партерното ниво не е установена корозия на армировката.

За вътрешната (средна) и северната части на плочата – при извършените приобектови задачи не е установена корозия в долната армировка на партерната плоча.

Посещата надлъжна и напречна армировки в гредите на партерното ниво са установени чрез директни и индиректни методи. Установена е корозия в част елементите, която достига до компрометиране на 20 % от номиналното напречно сечение на прътите (фиг. 12). Констатирано е нарушено сцепление между долната надлъжна армировъчна стомана и бетонното сечение, която се дължи на неплътната и десортирана структура на бетона.



Фиг. 12. Степен на корозия в армировка на греди на партерна плоча

3.8.2.3. Плоча на второ ниво

Независимо от неплътната структура на бетона на плочата на K+3,10, не е установена значителна корозия в долните и горните армировъчни пръти. Вероятно това се дължи на обмазването с варо-циментова мазилка на долната повърхност на плочата, както и множеството настилачни покрития откъм горната повърхност. Всички тези неконструктивни слоеве, които са с основен характер, както и сухата експозиционна среда спомагат за намаляване на взаимодействието на бетона с „киселите“ компоненти на въздушната среда. Установената редукция на напречните сечение на армировката, породени от корозия, е до 3 %.

3.8.2.4. Покривна плоча

Основната покривна плоча е изпълнена от монолитен стоманобетон и топлоизолационен слой с дебелина около 10 cm от автоклавен клетъчен бетон (газобетон). Приложената технологична последователност на изпълнение е следната:

направа на кофраж; монтаж върху кофражна форма на автоклавен клетъчен бетон на отделни елементи с произволна форма при оставяне на разстояния (фуги) помежду им; монтаж на армировка (долна и горна); изливане на бетонната смес.

В зоната с обществено предназначение (южната част) не е изпълнена мазилка откъм долната повърхност на автоклавния клетъчен бетон, а е монтиран окачен таван. В останалата част от покрива е реализирана варо-циментова мазилка.



Фиг. 13. Степен на корозия в армировка на покривна плоча

При премахване на топлоизолационния слой откъм долната повърхност на плочата в южната част на сградата са извършени следните констатации (фиг. 13):

- структурата на бетона е неплътна, с каверни и зони с десортиране на едрия добавъчен материал и течната фаза на бетонната смес;
- установена е долната армировка, която е вложена в плочата;
- установени са зони с липса на бетонно покритие или с дебелина до 10 mm;
- не е налична значителна корозия в долната носеща армировка (до 5 % от номиналното напречно сечение).

4. Общи конструктивни особености

Поради липсата на проектна или строителна документация за обекта, при извършване на настоящото обследване, е изпълнено максимално подробно конструктивно заснемане на носещите елементи. Сградата е проектирана и изпълнена с монолитен носещ стоманобетонен едносекционен скелет и носещи тухлени зидарии. Основните носещи елементи на конструкцията са единични и ивични стоманобетонни фундаменти, стоманобетонни колони и стени, носещи тухлени неармирани зидарии, стоманени колони и гредови и безгредови стоманобетонни плочи.

Общите конструктивни особености на сградата са:

- фундаментна конструкция, вероятно състояща се от фундаментни ивици (греди) и единични фундаменти;
- бетоновата настилка в сутеренно ниво;
- сутеренни стени по периферията и вътрешността на сградата;
- хоризонтални подови конструкции на етажните експлоатационни нива, които са изпълнени от монолитни стоманобетонни плочи от смесен тип – гредови и безгредови;
- вертикална носеща система, състоящата се от стоманобетонни колони и стени, носещи тухлени зидове и стоманени фасадни колони;
- многоскатна покривна конструкция с различни наклони и направления, изпълнена от монолитни стоманобетонни плочи;
- стоманобетонни стълбища.

Етажните хоризонтални носещи елементи са от смесен тип (гредови и безгредови), поемащи вертикалните натоварвания от постоянни и експлоатационни въздействия, предаващи ги към вертикалните елементи (стоманобетонни стени и колони, тухлени зидарии и стоманени колони) и в следствие към фундаментната конструкция (вероятно състояща се от ивични и единични стоманобетонни елементи) и земната основа. Сеизмичните въздействия се поемат от стоманобетонните рамки (колони и греди) и носещи тухлени зидарии. При земетръсно въздействие стоманобетонните плочи изпълняват и диафрагмена функция за обединяване на работата на всички вертикални елементи. Вертикалната носеща система, поемаща хоризонталните сеизмични въздействия, се класифицира като комбинация от „рамкова“ стоманобетонна система и зидана конструктивна система, съставена от неармирани и необрамчени тухлени зидарии. Конструкцията вероятно е проектирана съгласно [21 – 24].

5. Вид и характеристики на конструктивни и неконструктивни елементи

5.1. Условия на фундиране

При направеното приобектово посещение не са установени физико-геоложки явления и процеси като карст, ровинообразуване и срутища, които биха повлияли отрицателно върху нормалната експлоатация на сградата. В сутеренното ниво, откъм северната част на сградата, е установено локално изнасяне на земната основа в зоната под бетоновата настилка, което може да се категоризира като суфозия. В съседните помещения е налично вертикално слягане на бетоновата настилка с до 40 mm, което вероятно е породено от висока филтрация на подземни води и съответно изнасяне на частици от почвения скелет. Поддаването на земната основа, последващото слягане на ивичните фундаменти и бетоновата настилка са довели до възникване на пукнатини в тухлените зидарии (фиг. 14).



Фиг. 14. Поддаване на ивичен фундамент и бетонова настилка в северната част на сутеренното ниво. Пукнатините в тухлени зидарии

В останалата част от сутеренното ниво не се наблюдават физико-геоложки явления и процеси като карст, ровинообразуване, суфозия и срутища. Независимо от констатираните локални деформации в основите и сутеренното ниво в северната част на сградата, не се наблюдават пукнатини, провисвания и достигане на крайно гранично състояние на носещите и неносещите елементи на партерното и второто

експлоатационно ниво. Може да се заключи, че носещите фундаментни конструкции на сградата са в добро състояние, с изключение на локалната зона откъм северната част на сградата, която не оказва влияние на цялостното поведение на сградата към момента на обследване.

При посещението на обекта в началото на месец септември 2023 г. е констатирано много високо ниво на влажност в сутеренното ниво, особено в централната и южната част на сградата (фиг. 15).



Фиг. 15. Овлажняване (оводняване) на сутеренното ниво (южната част на сградата)

Установено е овлажняване (оводняване) в дълбочина на сеченията на бетонните сутеренни стени откъм южната част на сградата, както и партерната плоча. Наличен е изкоп в сутеренното ниво откъм южната част на сградата с площ около $2,0 \text{ m}^2$ и дълбочина около 80 cm, който вероятно е използван за изпомпване (отводняване) на сутеренното ниво (фиг. 16). Към момента на посещение водното ниво е около 10 cm под долната повърхност на бетоновата настилка и целогодишно е постоянно (съгласно данни на собственика).



Фиг. 16. Премахната зона от бетонова настилка

Установено е и оводняване в централната част на сградата, където водното ниво е около 10 cm над горната повърхнина на бетоновата настилка (фиг. 17).

Установено е овлажняване (оводняване) и на носещите и неносещите тухлени зидарии в сутеренното ниво в централната част на сградата.

Водоотвеждането в зоната около сградата вероятно не изпълнява функциите си през целия експлоатационен период на конструкцията. Налично е акумулиране на води, причинени от локални водоупори в южната част на сутерена. Поради постоянната висока влажност в централната и южната части на сутерена, помещенията не се експлоатират от години. Неплътната структура на бетона в сутеренните стени и

бетоновите настилки спомага за просмукването на подпочвените води. Не е установено наличие на хидроизолационни покрития, положени от вътрешната или от външната страна на сутеренните стени, както и при бетонната настилка.



Фиг. 17. Централни помещения в сутеренното ниво

Авторът допуска, че е наличен глинени хоризонт откъм писта „Червено знаме“, достигаш до разглежданата конструкция, който се явява водоупорен за повърхностните води. Поради тази причина, липсата на изпълнени хидроизолационни мероприятия, както и разположението на сградата в близост до корито на поток са вероятните основни причини за постоянното оводняване на южната и централната част на сутеренното ниво.

5.2. Вертикални носещи елементи

Вертикалната носеща система на сградата е съставена от монолитен стоманобетонен скелет, състоящ се от бетонни сутеренни стени, стоманобетонни колони и шайби, стоманени колони, както и от носещи тухлени зидарии.

Като цяло откъм северната страна на сградата не са изпълнени стоманобетонни вертикални носещи елементи, а само носещи тухлени зидарии, върху които се предават натоварванията от подовите плочи и от стоманобетонните многоскатни покриви. Бетонните повърхности на сутеренните стени и стоманобетонните колони са обмазани с варова мазилка от вътрешната им страна.



Фиг. 18. Стоманени колони

Изпълнени са стоманени колони откъм южната фасада на сградата, които са съставени от два броя заварени стоманени „П“ профили U14 (швелер) по ГОСТ (фиг.

18). Същите са реализирани на партерното ниво и на второто ниво, като поемат натоварванията от експлоатационния етаж на К+3,10 и покривната плоча. Определеният клас на конструкционната стомана чрез полеви метод е S235. При извършения оглед не се наблюдава достигане на крайно или експлоатационно гранични състояния на стоманените вертикални елементи. Същите са в добро състояние, с реализирана АКЗ (антикорозионна защита) и без налична корозия.

Изпълнени са стоманобетонни греди на отделни места в конструкцията, като част от тях съставят рамки с колоните.

Обобщените резултати за установената по вид (клас) вложена армировъчна стомана са представени в табл. 2.

Таблица 2. Вложени класове армировъчна стомана в носещи стоманобетонни елементи

Елементи	Ниво/Кота		
	Партерна плоча и колоните под нея	Втора плоча на К+3,10 и колоните под нея	Покривна плоча и колоните под нея
Колони: – надлъжна арм. – стремена	A-III A-I	A-III A-I	A-III A-I
Греди: – носеща арм. – стремена	A-III A-I	A-III A-I	A-III A-I
Плочи: – долна носеща арм. – горна носеща арм.	A-I неустановена	A-I неустановена	A-III и A-I неустановена

Установено е, че армирането на носещите вертикални елементи не отговаря на принципите за сеизмично проектиране, заложен в българските нормативни документи (Наредба № РД-02-20-2 [25]), като и на системата „Еврокод“.

5.3. Хоризонтални носещи елементи

Стоманобетонните плочи са изпълнени от безгредови и гредови тип, като в партерното ниво са с дебелини от 13 до 20 cm, на експлоатационното ниво на К+3,10 – от 15 cm до 20 cm, а за покривните плочи – около 20 cm. Плановата форма на сградата е сложна, поради което са проектирани и са изпълнени многоскатни покривни конструкции с различни наклони и направления. Повечето покривни скатове предават натоварванията от постоянни и експлоатационни въздействия върху стоманобетонни поясни греди, откъдето преминават към носещите тухлени зидарии или директно към зидариите без поясни греди. При извършения оглед на хоризонталната носеща система не са констатирани деформации, пукнатини и провисвания в носещите стоманобетонни експлоатационни и покривни елементи (с изключение на бетоновите настилки в сутеренното ниво), които да указват достигане на крайно или експлоатационно гранично състояние. При разработката на компютърните модели по МКЕ, в средата на специализиран строителен софтуер [26 и 27], за изчисляване на хоризонталните стоманобетонни елементи са използвани научните материали [28 – 33] за отчитане на ефектите от пълзене и съсъхване.

Установените армирания на гредите, участващи в поемането на сеизмични въздействия, не отговарят на принципите за сеизмично проектиране, заложен в българските нормативи (Наредба № РД-02-20-2 [25]), като и на системата „Еврокод“.

5.4. Носещи и неносещи зидове

Тухлени зидарии, изпълнени по време на основния строеж, са реализирани чрез единични плътни керамични тела. Зидариите са с дебелина 12,5 cm и 25 cm, като на всички етажи са измазани двустранно чрез варо-циментова мазилка с дебелина от 15 mm до 35 mm. Лепилният състав на тухлените зидарии е цименто-пясъчен разтвор. Зидовете са изпълнени съгласно стандартните изисквания за тухлени превръзки за неукрепени и неармирани стени. Тъй като откъм северната страна не са идентифицирани стоманобетонни колони, многоскатните покриви предават вертикалните натоварвания от тях към носещите тухлени зидове. Важно е да се отбележи, че тухлените зидарии на трите нива (сутерен, първо и второ) като цяло не съвпадат по височина. Тъй като плочите са смесени (гредови и безгредови тип), а местоположението на идентифицираните стоманобетонни колони е основно във вътрешността на сградата, авторът си позволява да заключи, че тухлените зидове са носещи и поемат вертикалните натоварвания от етажните плочи, независимо че не всички от тях продължават непрекъснато от фундаментите до покривните плочи. Вероятно хоризонталните натоварвания на сградата са проектирани да се поемат в комбинация между стоманобетонните рамки (колони и греди) и носещите тухлени зидарии.

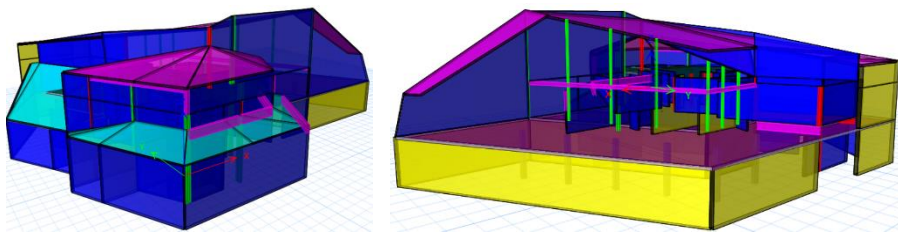
В северозападната част на сутеренното ниво са установени стоманобетонни греди, които предават натоварванията от тях към носещи тухлени зидарии. Не са установени деформации и пукнатини в носещите зидове под стоманобетонните греди (фиг. 19).



Фиг. 19. Носеща тухлена зидария в сутеренното ниво

6. Аналитично изследване на конструкцията

Аналитичното изследване на конструкцията е проведено с пространствен еластичен изчислителен модел, който е разработен в специализиран изчислителен софтуер (фиг. 20). Всички експлоатационни въздействия са приети съгласно БДС EN 1991-1-1 [34], товарните съчетания – съгласно БДС EN 1990 [35]. Ефектите от сеизмично въздействие са определени за референтно ускорение $a_{gr}/g = 0,23$, клас на значимост – II категория, регулярност в план и по височина на сградата. Приетият коефициент на поведение е $q = 1,5$, съгласно БДС EN 1998-1 [36] и БДС EN 1998-3 [37].



Фиг. 20. Пространствени изгледи на изчислителния модел

Извършени са всички необходими проверки за крайно и експлоатационни гранични състояния за всички носещи хоризонтални и вертикални елементи на сградата [38], както и за конструкцията като цяло. Товарните състояния, включени в комбинациите са: собствено тегло на конструкцията, собствено тегло на зидарии и настилачни покрития, експлоатационни товари, снегово натоварване и сеизмично въздействие. На базата на изпълнените проверки за основни и особена (включваща сеизмично въздействие) комбинации са направени изводи (табл. 3 и табл. 4).

Таблица 3. Изводи за хоризонтални стоманобетонни елементи

Хоризонтални елементи / Ниво	Греди		Плочи
	Основна комбинация	Особена комбинация	Основна комбинация
Покривна плоча	Удовлетворени са изискванията към елементите	Не са удовлетворени изискванията за значителен брой от елементите	Удовлетворени са изискванията към елементите
Второ ниво К+3,10	Удовлетворени са изискванията към елементите	Не са удовлетворени изискванията за значителен брой от елементите	Удовлетворени са изискванията към елементите
Партерно ниво К-0,15	Удовлетворени са изискванията към елементите	Удовлетворени са изискванията към елементите	Удовлетворени са изискванията към елементите с изключение на южната част на плочата (силно корозирала армировка)

При извършения оглед и конструктивно заснемане на носещия хоризонтален и вертикален скелет на сградата не бяха установени значителни деформации, пукнатини и провисвания, с изключение на няколко елемента. Тази констатация подсказва, че през изминалия повече от 30-годишен период на експлоатация на сградата, не са достигнати изчислителните товарни въздействия за основните товарни съчетания, съгласно нормите, по които е проектирана конструкцията.

Таблица 4. Изводи за вертикални стоманобетонни и зидани елементи

Хоризонтални елементи / Ниво	Стоманобетонни колони		Стоманобетонни стени		Тухлени зидове	
	Основна комб.	Особена комб.	Основна комб.	Особена комб.	Основна комб.	Особена комб.
Покривна плоча	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания
Второ ниво К+3,10	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания
Партерно ниво К-0,15	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания	Удовлетв. изисквания	Неудовлетв. изисквания

7. Заключение

Въз основа на извършените приобектови, лабораторни и аналитични процедури за разглежданата сграда, могат да се направят следните заключения:

А) Фундаменти – най-вероятно е реализирано чрез ивични и/или единични фундаменти, които не са свързвани чрез рандбалки. Може да се заключи, че носещите фундаментни конструкции на сградата са в задоволително състояние, с изключение на локална зона откъм северната част на сградата, която не оказва влияние на цялостното поведение на сградата към момента на обследване. Установено е овлажняване (оводняване) в дълбочина на сеченията на бетонните сутеренни стени откъм южната част на сградата, вътрешните тухлени носещи стени и партерната плоча.

Б) Вложени материали:

– на базата на извършените лабораторни и приобектови измервания е определена характеристичната якост на натиск на бетона: за вертикални елементи за всички нива – стандартен клас по якост на натиск С16/20, а за хоризонтални елементи (плочи и греди) – от клас С20/25;

– използваната армировъчна стомана за греди и колони е клас А-I (гладък профил) за напречна армировка (стремена) и клас А-III (орребрен профил) за надлъжна армировка. Армировъчната стомана в плочите е от класове А-I и А-III;

– в стоманобетонните колони е определен броят, диаметрите и видът на вложената армировъчна стомана, като е установена степента на корозия;

– за партерната плоча на К-0,15 е установено, че в южната ѝ част са налични зони с редуция на номиналното напречно сечение на долните армировъчни пръти с над 50 %.

– на базата на извършените измервания е установено, че вложената конструкционна стомана в колоните откъм южната страна на сградата е клас S235;

– носещите и неносещите вертикални зидове са изпълнени от единични плътни керамични елементи. Зидариите са неармирани и необрамчени със стоманобетонни колони и пояси. Зидариите с дебелина 25 cm са категоризирани като носещи;

В) Вертикална и хоризонтална носеща конструктивна система:

– установена е неутрализация на бетонните сечения откъм въздушната среда, по-голяма 20 mm, а в някои случаи и над 45 ÷ 50 mm или не е установена;

– експлоатационните натоварвания и коефициентите на сигурност в действащите към момента нормативни документи и действащите към момента на проектиране на конструкцията нямат значителни различия. На базата на извършените анализи и изчисления с установените параметри на вложените материали и сечения, както и натоварването на конструкцията след извършването на предвидените ремонтни дейности е установено, че носещият стоманобетонен скелет, тухлени зидарии и стоманени колони са в състояние да удовлетворят изискванията на съвременните норми за проектиране за основните товарни комбинации. Носещата способност на партерната плоча откъм южната част на сградата е силно редуцирана и е необходимо да се предприемат мерки за нейното възстановяване;

– проверките за крайно и експлоатационно гранично състояние на конструкцията при сеизмично въздействие не са удовлетворителни, съгласно изискванията на действащите към момента български нормативни документи. При изготвяне на настоящата разработка е установено, че конструкцията не отговаря на съвременните принципи на капацитивното проектиране. При необходимост от удовлетворяване на съвременните норми за сеизмично проектиране е нужно да се предприемат мерки за подобряване на работата на конструкцията при сеизмични въздействия чрез повишаване на нейната носеща способност.

Реконструкциите за вертикалната система успешно могат да се развият, както с изпълнението на нови стоманобетонни монолитни колони и стени, така и чрез изпълнение на стоманени усилвания от фермов тип на подходящи места.

Извършеното обследване предоставя представителна информация за състоянието на множество стоманобетонни конструкции, изпълнени през втората половина на миналия век. Натрупаният опит може да бъде полезен при подобен тип конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Petkov, V., Tsanovski, S.* Guide to determining the condition of concrete and the reinforcement in the load-bearing structures of buildings and facilities, Sofia, NISI, 1990.

2. *Abdulahad, E.* Instrumental monitoring of actual reinforced concrete structure of a residential building during its construction and its service life for a 10-year period, Annual UASG, 2023, 56 (3): 1285 – 1300.

3. *Abdulahad, E., Panichkov, D., Apostolova, A.* Study of the stressed and deformed state of a real reinforced concrete structure of a residential building during execution and after its entry into operation, Scientific conference with international participation – VSU, 2008. VSU'2008, Sofia.

4. *Boshnakov, K., Belev, B., Mollova, G.* Seismic performance assessment and approaches for strengthening of existing flat slab reinforced concrete building, 14th International scientific conference VSU'2014, Sofia, 2014.

5. *Boshnakov, K., Hristov, P.* Inspection analysis and assessment of the seismic safety of existing flat slab reinforced concrete building, 14th International scientific conference VSU'2014, Sofia, 2014

6. *Dimitrov, D., Dedov, K., Vassilev, V.* Investigation of the superstructure of the bridge over Tundja river at the town of Yambol for the carriageway widening, First scientific-applied conference with international participation reinforced concrete and masonry structures – theory and practice – Sofia, 2015.

7. *Dimov, D., Georgiev, A., Jeleu, J.* Some lessons from inspection of road bridges in mountain regions in Bulgaria, First scientific-applied conference with international participation reinforced concrete and masonry structures – theory and practice – Sofia, 2015.

8. *Dimov, D.* Inspection and testing of building structures and bridges, 2016.

9. *Dimov, D.* Non-destructive testing of building structures, Sofia, 2011.

10. *Kardjiev V., Hristov P.* Examination and evaluation of the technical condition of industrial buildings complex in Breznik, First scientific-applied conference with international participation reinforced concrete and masonry structures – theory and practice – Sofia, 2015.

11. *Kardjiev, V., Hristov, P.* Reconstruction of an industrial buildings complex in the town of Breznik for the needs of a modern biotechnical manufacture, First scientific-applied conference with international participation reinforced concrete and masonry structures – theory and practice – Sofia, 2015.

12. *Panichkov, D.* Inspection and testing of building structures and facilities, Sofia, 2001.

13. *Stefanov, D.* Evaluation of the condition of existing buildings with masonry bearing structures, 14th International scientific conference VSU'2014, Sofia, 2014.

14. *Tsvetkov, P., Chernev, P., Sarafova, R.* Guide for the reconstruction of reinforced concrete structures of industrial buildings, NISI, Sofia, 1986.

15. *Tsvetkov, P., Chernev, P., Sarafova, R.* Guide to examination and assessment of industrial buildings and facilities subject to reconstruction, NISI, Sofia, 1986.

16. BDS EN 12390-3:2019 – Testing hardened concrete – Part 3: Compressive strength of test specimens.
17. BDS EN 12504-1:2019 – Testing concrete in structures – Part 1: Cored specimens – Taking, examining and testing in compression.
18. BDS EN 12504-2:2021 – Testing concrete in structures – Part 2: Non-destructive testing – Determination of rebound number.
19. BDS EN 13791:2019 – Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components.
20. BDS EN 206-1/NA Concrete – Specification, performance, production and conformity – Part 1: Performance, requirements, factory production control and assessment criteria for individual values.
21. Calculation of structures and earth foundation. Fundamentals of design, 1964.
22. Concrete and reinforced concrete structures. Design Standards, 1980.
23. Loads and impacts. Design standards from 1979.
24. Regulations for construction in earthquake areas from 1964, amendments and additions 1972 and 1977.
25. Regulation No. RD-02-20-2 from 27.01.2012 Design of structures for earthquake resistance.
26. *Neshev, Hr.* Methodology for creating a planar computational model of a flat slab with CSI Etabs v.19 and v.20, University of architecture, civil engineering and geodesy, Sofia, 2023, ISBN 978-954-724-162-6.
27. *Neshev, Hr.* Methodology for creating a three dimensional computational model of a building with a wall construction system with CSI ETABS v.17, v.19 and v.20, University of architecture, civil engineering and geodesy, Sofia, 2023, ISBN 978-954-724-163-3.
28. *Dimitrov, D., Georgiev, Evg.* Creep coefficient determination for high strength concrete at buildings and bridges according Eurocode 2-2. Annual of the University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Fascicule V, Vol. XLVI 2013-2014, UACEG, Sofia, 2014, ISSN 1310-814X, p. 49÷58, 218 p.
29. *Dimitrov, D., Georgiev, Evg.* Determination of shrinkage deformation of buildings and bridges according to Eurocode 2“. Annual of the University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Fascicule V, Vol. XLVI, UACEG, Sofia, 2014, ISSN 1310-814X.
30. *Dimitrov, D., Georgiev, Evg.* Regarding creep coefficient according EC2. Proceedings – Volume 2 – International Jubilee Scientific Conference “70th Anniversary UACEG”, 15-17 November 2012, University of architecture, civil engineering and geodesy, Sofia, 2012, ISBN 978-954-724-049-0, p. 153÷158, 506 p.
31. *Georgiev, Evg.* The effect of age of loading on deflection of one-way reinforced concrete slabs according to Eurocode 2. Annual of the University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, First Scientific-Applied Conference with International Participation “Reinforced concrete and masonry structures – theory and practice”, 22-23 October 2015, Fascicule 12-I, Part I, Vol. 48 2015, UACEG, Sofia, 2016, ISSN 1310-814X, p. 109÷123, 278.
32. *Georgiev, Evg.* The influence of accuracy of creep coefficient on deflection of one-way reinforced concrete slabs according to Eurocode 2. Annual of the University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, UACEG, Sofia, 2016, ISSN 1310-814X.
33. *Georgiev, Evg.* The influence of value of live loads on deflection of one-way reinforced concrete slabs according to Eurocode 2. Annual of the University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, First Scientific-Applied Conference with International Participation „Reinforced concrete and masonry structures – theory and practice”, 2015, UACEG, Sofia, 2016, ISSN 1310-814X, p. 125÷139, 278 p.
34. BDS EN 1991-1-1/NA:2004 – Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings.

35. BDS EN 1990/NA:2003 – Eurocode: Basis of structural design.
36. BDS EN 1998-1/NA:2005 – Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.
37. BDS EN 1998-3/NA:2005 – Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings.
38. BDS EN 1992-1-1:2005/NA – Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

THE TEAHOUSE BUILDING NEAR THE CHERVENO ZNAME SKI SLOPE, BOROVETS RESORT – INSPECTION AND EVALUATION OF THE TECHNICAL CONDITION

Hr. Neshev¹

***Keywords:** inspection of building structures, evaluation of the technical condition of building structures, reconstruction, reinforced concrete structures*

ABSTRACT

The paper presents the structural inspection of an existing teahouse building centrally located opposite the Cherveno Zname ski run in the Borovets resort. The inspection includes establishing load-bearing structural elements, study of the strength characteristics of the inserted materials, realization of a geometric inspection of the supporting vertical and horizontal elements, detection of defects and damages, carrying out a computational analysis of the structure and proposing basic recommendations for strengthening.

¹ Hristian Neshev, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Reinforced Concrete Structures”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia1046, e-mail: neshev_bg@abv.bg