

## БЕЗСКЕЛЕТНО-ПАНЕЛНИТЕ ЖИЛИЩНИ СГРАДИ – ТЕХНИЧЕСКО СЪСТОЯНИЕ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА УСТОЙЧИВА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Петър Христов<sup>1</sup>, Васил Кърджиев<sup>2</sup>

### FRAMELESS LARGE PANEL RESIDENTIAL BUILDINGS – TECHNICAL CONDITION AND POSSIBILITIES FOR SUSTAINABLE OPERATION

Petar Hristov, Vasil Kardjiev

#### **Abstract:**

*The structural features and the technical condition of multi-family residential buildings with frameless large panel reinforced concrete structures, constructed in Bulgaria between 1970 and 1990, are considered in the study. The results of conducted structural surveys, static and seismic analysis are presented and compared with other published studies. The study is focused on the possible approaches and problems in the future renovation of these buildings are discussed in the context of their intended sustainable operation.*

#### **Keywords:**

*Frameless large panel reinforced concrete bearing structures, in situ inspection, defects.*

#### **1. ВЪВЕДЕНИЕ**

Многофамилните безскелетно-панелните жилищни сгради (ЕПЖС) са широко разпространени в Република България. Изградени са основно от края на 60<sup>-те</sup> до началото на последното десетилетие на XX<sup>-ти</sup> век, най-вече в столицата и големите градове, на практика във всички части на страната. Широкото прилагане на този вид строителни конструктивни и технологични системи е в резултат от острия дефицит на жилища и сгради с обществено предназначение, предизвикан от бързата индустриализация и миграционните процеси, най-вече в посока от селото към градовете и промишлените центрове. За разрешаване на тези проблеми на държавно ниво се провежда политика на ускорено изграждане на жилищни и обществени сгради с внедряване на индустриални технологии с висока производителност. Наред с изграждането и модернизацията на значителни производст-

<sup>1</sup> Петър Христов, доц., д-р, инж., кат. „Масивни конструкции“, Строителен факултет, Университет по архитектура, строителство и геодезия София бул. „Хр. Смирненски“ № 1, email: [pchristov\\_fce@uacg.bg](mailto:pchristov_fce@uacg.bg). Petar Hristov, Assoc. Prof. PhD eng. Dpt. Reinforced Concrete Structures, Faculty of Structural Engineering, UACEG Sofia, 1 Hr. Smirnenski Bld, email: [pchristov\\_fce@uacg.bg](mailto:pchristov_fce@uacg.bg)

<sup>2</sup> Васил Кърджиев, проф., д-р инж., кат. „Масивни конструкции“, Строителен факултет, Университет по архитектура, строителство и геодезия София бул. „Хр. Смирненски“ № 1, email: [kardjiev\\_fce@uacg.bg](mailto:kardjiev_fce@uacg.bg). Vasil Kardjiev, Prof. PhD eng., Dpt. Reinforced Concrete Structures, Faculty of Structural Engineering, UACEG Sofia, 1 Hr. Smirnenski Bld, email: [kardjiev\\_fce@uacg.bg](mailto:kardjiev_fce@uacg.bg)

вени мощности за осигуряване на необходимата суровинна база – цимент, керамика, стомана, карьерни материали и т.н., се изгражда и мрежа от заводи за производство на строителни конструкции от обикновен и предварително напрегнат стоманобетон и стоманени конструкции, а в строителните предприятия се внедряват индустриализирани технологии, както в промишленото, енергийното и транспортното строителство, така и при изграждането на обществени и жилищни сгради. С ускорени темпове се внедряват в практиката и се утвърждават сградни сглобяеми строителни системи за промишлени, складови и аграрни сгради, за учебни сгради и общежития, за детски заведения, магазини и др. Въвеждат се индустриализирани системи за монолитно и сглобяемо-монолитно строителство като „Пълзящ кофраж“ (ПК), „Едроразмерен кофраж“ (ЕК), „Пакетно повдигани плочи“ (ППП), и др., като техният дял до 1990 г. се увеличава с всяка изминала година. Обемите реализирано строителство са значителни.

В този период с най голям дял в строителството на многофамилни жилищни сгради са безскелетно-панелните системи. От края на 60<sup>-те</sup> години на ХХ<sup>-ти</sup> век до 1990 г. в България се прилагат над четиридесет строителни системи за ЕПЖС и техни модификации [9]. Създадени са специализирани научни и проектантски институти за тяхното разработване и усъвършенстване, типови архитектурни, конструктивни, технологични и инсталационни решения, програмни продукти за моделиране, статически и динамичен анализ, както и производствени предприятия за изготвяне на сглобяемите елементи и за техния монтаж, които покриват практически цялата територия на страната.

В началото на последното десетилетие на ХХ<sup>-ти</sup> век използването на този вид строителство приключва, но по различни безскелетно-панелни системи (ЕПЖС) в страната вече са изградени огромен брой многофамилни жилищни сгради, около 18 900, с около 860 000 жилища [10, 14, 15]. Тук могат да се добавят определено количество ведомствени, студентски и ученически общежития, детски заведения, еднофамилни сгради и др. Голяма част от тези сгради са в столицата и в областните центрове, като често това са цели жилищни комплекси. Тези сгради днес са на възраст между тридесет и шестдесет и пет години. При завършването на тяхното строителство не са съставяни технически паспорти [8]. До момента технически паспорти са съставени за една малка част от съществуващите многофамилни жилищни сгради, което на практика означава, че повечето сгради, построени по тази технология, са с неустановено техническо състояние и без планове за ремонти и програми за техническа експлоатация и обновяване. Следва да се отчете и факта, че собствеността в тези сгради най често е раздробена, като всяко жилище има един или няколко собственици. Освен това често обитателите им са възрастни хора с ограничени финансови възможности, краткосрочни наематели или хора, живеещи извън населеното място или страната, което създава затруднения от финансов, организационен и юридически характер при управлението и техническата им поддръжка. Като резултат се очертава един сериозен и обществено значим проблем, чиято актуалност се задълбочава с напредването на времето: какво е обективното техническо състояние на този тип сгради и как да осигурим тяхната устойчива експлоатация, в условията на непрекъснато повишаване на съвременните изисквания към сигурността, комфорта на обитаване, екологичните показатели и норми, енергийната ефективност.

## **2. ОБСЛЕДВАНИЯ И ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО НА СГРАДИТЕ**

Многофамилните жилищни сгради, изградени в различно време, по различни безскелетно-панелни системи (ЕПЖС), с елементи, произведени и монтирани от различни строителни предприятия в различни региони на страната и условия на експлоатация, могат да се различават значително, но имат и много общи черти. В края на ХХ<sup>-ти</sup> век в НИСИ – София е извършено проучване на от състоянието на такъв вид сгради на територията на гр. София.

Проведените в последните десетилетия национални и общински програми и изследвания на техническото състояние на многофамилни жилищни безскелетно-панелни сгради са насочени преди всичко към подобряване на тяхната енергийна ефективност и комфорта на обитаване, докато проблемите, свързани с актуалното състояние на техните носещи конструкции, експлоатационната им надеждност и сигурност, остават малко встрани, като се предвижда извършване на натурни обследвания на всяка конкретна сграда.

Основният начин за добиване на актуална и достоверна информация и оценка на текущото техническо състояние на носещата конструкция на сградите е извършването на технически обследвания. Те са източник на данни, получени „in situ“ както за естествените процеси, свързани с дълготрайността на носещите конструктивни елементи, така и с характерните дефекти, повреди и недостатъци, специфични за конкретното конструктивно решение или индивидуални особености на експлоатация на сградата, включително претърпени екстремни въздействия, технически интервенции и промени. Трябва да се отбележи, че много често тази информация е непълна, насочена към потребностите на конкретната причина, налагаща извършването на техническо обследване и ограничена от реалните условия – достъпност, срокове, технически, финансови и организационни ограничения. Освен това най-често тази информация е трудно достъпна, тъй като няма единна база данни, в която да се съхранява и обработка, а обикновено собствениците на сградите я преценяват като чувствителна.

Резултати от обследване на жилищни сгради с безскелетно-панелна носеща стоманобетонна конструкция са публикувани в различни специализирани научни публикации. Като правило те са насочени към определен проблем или група проблеми и са базирани на проведени натурни обследвания с различни методически особености, обхват и цели, а сградите не са индивидуализирани. В тях се съдържат сведения, които, след подходяща интерпретация, биха могли да се отнесат към подобни случаи в теоретичен и практически план. Въпреки несъмнената обществена значимост, от началото на века до момента няма проведени мащабни проучвания на техническото състояние на такива сгради от гледна точка на тяхната носеща способност и дълготрайност.

Опитът от извършени обследвания за различни нужди – саниране, паспортизация, реконструкция, оценка на състоянието и мерки за възстановяване след инциденти, на сгради, изградени по различни ЕПЖС, както и проучването на специализирани научни публикации, дава възможност да се очертаят важни аспекти, характеризиращи най-общо техническото състояние на съществуващите у нас многофамилни жилищни сгради с безскелетно-панелна стоманобетонна носеща конструкция. Това не отменя необходимостта от извършване на техническо обследване във всеки индивидуален случай, тъй като не е възможно да се отчетат специфичните условия и особености на сградите, но дава ценна информация при извършване на обследвания и представя обща картина и насоки при планиране на тяхната експлоатация, обновяване и устойчиво развитие.

От гледна точка на строителните конструкции е важно да се установят якостните и деформационни свойства на вложените основни строителни материали – бетон и армировка, както и тяхното състояние, строителни интервенции, характерни дефекти и повреди.

При проведени натурни обследвания, включително при извършено през 2022 г. подробно обследване на три ненаселени пететажни жилищни секции, изградени по строителна система Бс-69-Сф-Уд около 1990 г. близо до гр. София (Фотография 1), се установи, че класът по якост на натиск на обикновения бетон, вложен в носещите стени и подови панели, отговаря на С12/15, а при изпитване на изрязани от конструкцията стандартни цилиндрични пробни тела в някои случаи показва С16/20. Разликата се дължи на по-голямото разсейване на резултатите при индиректните методи за определяне на якостта на бетона, най-вероятно поради реални различия в повърхността на бетона в местата на

измерване с безразрушителни методи и на значителната карбонизация на бетона в повърхностния слой. Плътността на бетона е от  $2311 \text{ kg/m}^3$  до  $2420 \text{ kg/m}^3$  при средна плътност  $2350 \text{ kg/m}^3$ . Аналогични са резултатите и от изследваните монолитни сутеренни стени. Средната стойност на динамичния модул на линейни еластични деформации  $E_{c,m,din}=33.6 \text{ GPa}$  кореспондира с получените при изпитването до разрушение на цилиндричните пробни тела с номинални размери  $d100/100 \text{ mm}$  стойности на якостта на бетона и класа му по якост на натиск.



Фотография 1. Пететажна многофамилна жилищна сграда ЕПЖС от 1990 година

В някои случаи панелите показват якост на натиск, по-висока от проектната, но по изключение могат да покажат и по-ниска якост, обикновено при неблагоприятни експлоатационни условия. Занижената якост на бетона често е свързана с индикатори за намалена носеща способност, коравина и дълготрайност на елементите и определени характерни условия на експлоатация. При някои панели над последните етажи на трите обследвани пететажни секции са установени повърхностна биологична корозия на бетона и следи от многократно мокрене и изсъхване, като при това подпокривното пространство е обитавано от гълъби и е застлано със слой от птичи екскременти, а хидроизолацията на плоския покрив е компрометирана. Увеличено провисване на панелите в рамките на 12 до 15 mm се наблюдава само при два панела в две от секциите, като и двата показват якост на бетона, с около 15% под проектната.

Получените резултати кореспондират със стойностите на якостта на бетона, заложи в проектната документация на използваните подови и покривни панели, както и с публикувани резултати от други изследвания [10, 14, 15].

При носещите калканни панели, изпълнени от керамзитобетон с проектна средна якост на натиск  $10 \text{ MPa}$  и средна плътност  $\rho_m = 1380 \text{ kg/m}^3$ , както и при неносещите фасадни стени от керамзито-перлитобетон със средна плътност  $\rho_m = 978 \text{ kg/m}^3$ , определянето на якостта на натиск с помощта на склерометър на Schmidt тип N, строго погледнато, не е коректно, но може да се използва ултразвуков импулсен метод, верифициран с изрязани ядки (стандартни цилиндрични пробни тела).

При бетона, използван за замонолитване на дюбелите, свързващи вертикалните и хоризонталните панели, основният проблем е във верификацията на безразрушителните методи за изследване, поради малките обеми на вложения бетон и недоброто му уплътняване, което може да повлияе върху носещата способност на дюбелите в степен, често съизмерима с постигнатата якост на бетона.

За изследване на армировката, вложена в конструктивните елементи, се използват специализирани уреди, работещи на електромагнитен принцип. Те дават възможност да се проследи дебелината на бетонното покритие, аранжирането и диаметъра на армировъч-

ните пръти. За определяне на класа на различните видове армировка и нейното състояние се налага да се извършват ограничен брой локални разкрития. Чрез тях се проверява вида на оребриването, характерно за всеки клас стомана, както и наличието и степента на корозия на армировката. Препоръчва се при възможност от основните видове стомана да се изпитат по стандартизираните методи пробни образци с помощта на хидравлична преса. Освен това тези локални разкрития служат за верифициране на резултатите, получени с помощта на безразрушителните методи, които, при определени условия – сложно армиране, дебело бетонно покритие и др., могат да носят значителна неопределеност, особено при определяне на диаметрите на армировъчните пръти. При извършените обследвания за определяне на диаметъра и местоположението на армировъчните пръти и дебелината на бетонното покритие бе използван уред на известна швейцарска фирма, позволяващ теоретично откриването на армировка на дълбочина до 180 mm, но за определянето на диаметъра на прътите тази дълбочина намалява повече от два пъти, а точността зависи от диаметъра на прътите и тяхната конфигурация, като грешката може да достигне няколко милиметра.

При изследване на армирането на конструктивните елементи са възможни две ситуации:

- Проверка на съответствието на армирането с налична проектна документация;
- Определяне на армировката без налична проектна документация.

В първия случай изследването е сравнително просто и с висока надеждност, докато във втория случай то е значително по-сложно и трудоемко и носи определен риск по отношение на точността на резултатите.

При обследването на трите секции наличната проектна документация бе частично запазена, но непълна. Поради сравнително големия обем на изследването се подходи в няколко стъпки:

- Определяне на основните типове подобни елементи;
- Подробно изследване на армировката за елементи от всеки тип;
- Проверка на съответствието на армирането за останалите елементи по типове.

При обследване със сравнително малък обхват подобен подход обикновено е практически неосъществим, но при всички използвани строителни системи ЕПЖС подовите панели, разположени една над друга по отделните етажи са еднотипни.

Обследването на трите пететажни секции показва, че всички подови панели са армирани с мрежи от лек тип, а в местата на стъпване на разпределителните стени на баните и около отворите за комини, отдушници и вертикални инсталации са поставени допълнителни армировъчни пръти. Стенните панели са конструктивно армирани със скелети, с допълнителна армировка в местата с особености в геометрията и концентрирани натоварвания, както и в зоните на дюбелните връзки. Горната армировка при лоджиите и при запъванията по късата страна на подовите панели е симетрична на подирането и продължава до хоризонталните линейни дюбелни връзки между подовите панели. Установените типични класове, диаметри и гъстоти на армировъчните пръти в подовите панели за двата реда на мрежите са показани в Таблица 1:

Таблица 1. Типично армиране на подовите панели (основна мрежа)

Ред	Армировка				
I	Клас	A-I		B-I	
	Гъстота	$\Phi 6,5/10$	$\Phi 8/12$	$\Phi 5/10$	$\Phi 5/12$
II	Клас	B-I		B-I	
	Гъстота	$\Phi 5/15$	$\Phi 5/15$	$\Phi 5/15$	$\Phi 5/12$

Вертикалната армировка, свързваща дюбелите на стенните панели, бе с диаметър  $d$  22 и клас А-II в партерния етаж и с диаметри  $d$  18,  $d$  16 и  $d$  14 и клас А-I в по-високите етажи. Във всички проверени дюбелни съединения заваръчните шевове, свързващи армировъчните пръти, бяха в добро състояние, имаха необходимата дължина и качество, което потвърждава резултатите от подобни проучвания [11, 12, 13].

Дебелината на бетонното покритие, в отделни случаи с несъществени отклонения в рамките на статистическата грешка на уреда, при подовите панели е в съответствие с изискванията на нормите за проектиране и предписанията на проектната документация [16]. При дюбелните съединения в някои случаи измерените стойности на бетонното покритие надвишават проектните. В зоната на замонолитването на дюбелните съединения често уплътняването на бетона е недостатъчно. На Фотография 2 са илюстрирани типични недостатъци при уплътняване на бетона в дюбелните съединения.



Фотография 2. Неуплътнени дюбели на стенни и подови панели

При приета предпоставка за предварително репарирание на локализираните дефекти и повреди и с получените при обследването стойности на характеристиките на вложените материали и армиране са изследвани носещата способност на стенните панели, дюбелните съединения и основните видове и групи подови панели за основни и извънредни оразмерителни комбинации. За натоварването с вертикални и хоризонтални въздействия секциите са моделирани с крайни елементи, съвместно със сутерена и фундаментите, при пространствен модел и приета винклерова земна основа.

Сеизмичното натоварване е дефинирано съгласно „Норми за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони“ от 1987 г. при приети коефициент на значимост за конструкции от категория група „Б“ със стойност  $C = 1,0$ , сеизмичен коефициент  $K_c = 0,15$  за VIII степен интензивност по скалата MSK, коефициент на реагиране на конструкцията при сеизмични въздействия  $R = 0,22$  и динамичен коефициент за II<sup>pa</sup> група почви  $\beta = 1,2/T_i = 0,8 \div 2,5$ . Подаваемостта на връзките между панелите е отчетена с редуциране на коравината.

При статическия анализ на подовите панели са използвани еласто-пластични модели с преразпределение на усилията, характерни при проектирането на този тип сгради. Дюбелните групи са анализирани според възприетата при проектирането им методика [6]. Проверена е носещата способност на всички типове подови панели, стенни диафрагми и дюбелни групи. Резултатите от извършените изчислителни проверки показват, че стенните диафрагми, работещи като конструктивно армирани бетонни елементи, включително техните дюбелни съединения, имат значителен запас от носеща способност за основни и сеизмични комбинации на въздействията, докато при подовите панели вложената армировка поема проектните вертикални въздействия, но резервите за допълнителни



натоварвания се ограничават до възможността за преразпределение на огъващите моменти.

Определящи за дълготрайността на строителната конструкция са множество фактори, които оказват влияние върху корозията на армировката и бетона:

- Състав на бетона, водоциментово отношение, вид, количество и минерален състав на свързващото вещество и агрегатите;
- Вид и диаметър на армировката, дебелина, плътност и непрекъснатост на бетонното покритие;
- Ниво, динамика и промени на натоварването, широчина на пукнатините;
- Влажност и агресивност на средата, електрически потенциали, топлинни въздействия;
- Експлоатация, поддръжка, дефекти, повред, нерегламентирани или неподходящи промени и др.

Тези фактори са в сложна взаимовръзка и влиянието им върху дълготрайността на конструкцията трудно може да се диференцира. При натурно обследване на сградите се събира информация за специфичните особености, свързани с обследвания обект на базата на обобщени критерии и признаци, отразяващи моментното състоянието на конструкцията и даващи индикации за прогнозиране на нейното поведение в бъдеще [5].

Важни групи обективни критерии са дълбочината на карбонизация на бетонното покритие, степента на корозия на армировката, ширината, разположението, произхода, вида и направлението на пукнатините, специфичните дефекти и повреди. Всички те се разглеждат като съвкупност, в контекста на методическите особености на обследването.

При проведените между 2020 и 2024 г. натурни обследвания на многофамилни безскелетно-панелни сгради, построени по различни строителни системи ЕПЖС гр.София, гр. Стара Загора и в Софийска област от 1980 до 1990 г. са получени стойности на дълбочина на карбонизация на бетонното покритие от 28 mm до 36 mm, което кореспондира с резултатите, получени при други обследвания [12]. Изследванията са проведени с помощта на 1% разтвор на фенолфталеин, нанесен върху пресен лом или разрез на бетона при стенни и подови панели и дюбели. Нагледно такава проверка е илюстрирана на Фотография 3.



Фотография 3. Проверка на дълбочина на карбонизация на бетона с фенолфталеин

При такава дълбочина на карбонизацията на бетона армировката в подовите панели на практика се намира в среда, която не е достатъчно алкална, за да я защити ефективно от корозия. Това до голяма степен се отнася и за армировката в дюбелните връзки, където бетонното покритие е по-дебело. Въпреки това корозирала армировка се установи само в зони с повишена влажност и периодични течове, най-често в зоната на мокрите помещения

и кухните, както и начало на корозионни процеси при дюбели с некачествено уплътнен бетон. С повишена опасност от корозия са панелите над последните етажи на сградите, зоните, граничещи с отводнителни тръби и улици, калканните стени, зоните на температурни мостове. При провеждане на натурни обследвания обикновено в тези зони се наблюдават повреди от влага, особено при недостатъчна техническа поддръжка.

По своя характер, разположение и произход установените пукнатини в стенните и подовите панели могат да се класифицират в няколко групи:

- Получени при производството, складирането, транспорта и монтажа; локални или засягащи целия панел, ориентирани надлъжно, напречно, или с наклон. Най-често са резултат от технологични грешки. В някои случаи са репарирани по време на строителството (Фотография 4);
- Получени в процеса на експлоатация; характерни пукнатини, свързани с общо или локално претоварване от постоянни, експлоатационни, извънредни въздействия или свързани с нерегламентирани въздействия, конструктивни интервенции, неправилно третиране или експлоатация, инциденти и аварийни ситуации, в някои случаи те са свързани с дефекти или неотстранени своевременно минали повреди.



Фотография 4. Пукнатина в подов панел, репарирана по време на строителството

От характерните пукнатини в сутерена следва да се отбележат тези от неравномерно слягане на земната основа. То се отразява сравнително по-слабо на надземната част на конструкцията, поради конструктивните особености на сглобяемите конструкции, но при монолитни и слабо армирани сутеренни стени характерните пукнатини могат да бъдат със значителни размери и широчина. В такива случаи е за предприемане на адекватни мерки за възстановяване на конструкцията е необходим мониторинг на нейното поведение.

При извършените през 2022 г. подробни натурни обследвания на трите жилищни секции са установени основно пукнатини, получени при производството, складирането, транспорта и монтажа. Голяма част от тях са с локален характер, вероятно резултат от удари, но някои са със значителна дължина, характерни за случаите на неправилно складиране и транспортиране.

Ширината на откритите пукнатини по стенните панели, определена с помощта на микроскоп с точност на скалата 0.05 mm, е в границите 0.20 до 0.35 mm, а при подовите панели - между 0.15 и 0.30 mm. В сутеренните стени са установени вертикални и наклонени пукнатини с ширина до 1.50 mm, резултат от неравномерно слягане на земната основа.

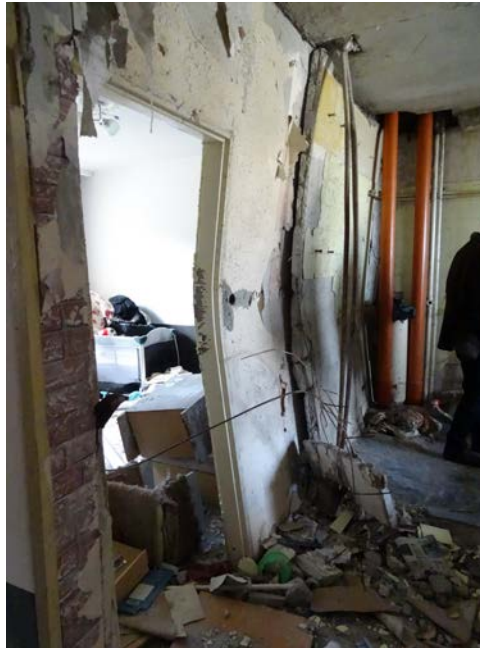
При обследване на обитаеми сгради е трудно да се открият пукнатини, получени при производството, складирането, транспорта и монтажа. Откриваните при тях пукнатини обикновено са следствие от събития, свързани с експлоатацията или с извънредни обстоя-



телства – земетресения, аварии, пожари, динамични или статични претоварвания. Обикновено са съпроводени и с други повреди.

През 2020 г. бе проведено натурно обследване на осеметажна жилищна секция, построена около 1985 г. по строителната система БП-79-Гл. А в гр. Стара Загора, след претърпяна авария – взрив на електрически бойлер в апартамент на втория етаж.

Освен преките разрушения на прилежащия надлъжен носещ стенов панел и преградните стени на санитарната кабина (Фотография 5), бяха установени локални пукнатини с ширина 0.25 – 0.35 mm по оградящите помещението стенни и подови панели, както и пукнатини в зоните на дюбелните връзки над втория етаж, които се разпространяват в дюбелите над инцидента, с известно затихване, до последния етаж.



Фотография 5. Разрушен надлъжен носещ панел и санитарна кабина, след взрив на електрически бойлер

Проведеният компютърен анализ на повредената конструкция с МКЕ показва, че усилията се преразпределят към съседните конструктивни елементи по алтернативен механизъм, посредством непрекъснатите вертикални армировъчни пръти и дюбелните връзки, за сметка на коравините на запазените елементи до осмия етаж. Последвалите наблюдения показаха развитие на тези пукнатини във времето, което се преустанови след като се изпълни временно укрепване от сутерена до последния етаж и подмяна на разрушения носещ стенов панел с монолитно излята стоманобетонна стена.

### **3.ТЕХНИЧЕСКО СЪСТОЯНИЕ И УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА СГРАДИТЕ**

Устойчивото развитие предполага баланс между социално – икономическото развитие, икономията и опазването на природни ресурси и разумни политики, съобразени с негативните последици от човешката дейност върху промените в околната среда. Като мащабна човешка дейност, строителството налага своя отпечатък върху обществото и природата и трябва да се стремим то да е съобразено с принципите за устойчиво развитие, но същото в още по-голяма степен се отнася за неговия продукт – изградените и използвани във всички сфери на живота строителни конструкции, сгради и съоръжения.

Съществуващите в България безскелетно-панелни многофамилни жилищни сгради при изграждането си са отговаряли на тогавашните изисквания на обществото, научни постижения, концепции и технологични възможности, но с времето те се развиват и кри-

териите се променят. Според съвременните разбирания тези сгради не могат да покрият редица архитектурни, топлотехнически, инсталационни и конструктивни нормативи.

Стремежът за икономия на енергия е свързан с повишаване на изискванията към инсталациите и сградната обвивка [17]. Привеждането на сградите към съвременните изисквания се постига с реновиране или подмяна на остарелите и недостатъчно ефективни инсталации и подобряване на топлотехническите показатели на сградните обвивки със съвременни ефективни изолационни системи. Промяната на някои от архитектурните и конструктивните параметри е практически по-сложна, а в някои случаи невъзможна. В някои случаи са допустими компромиси, ако не се нарушават съществените изисквания към строителните продукти. Надеждността на носещата конструкция е в основата на устойчивата експлоатация на сградата, предвид ограничената и ремонтпригодност.

Ключово значение има техническото състояние на носещата конструкция на сградата, която зависи от качеството на строителството, условията на експлоатация, възрастта, както и от редица случайни по своя характер фактори. При безскелетно-панелните жилищни сгради това са всички подови и покривни панели, покривните рамки, носещите стенни панели, сутеренните стени и фундаментите със земната основа, а също дюбелните връзки между тях. Оценката на техническото състояние на носещата конструкция е свързана с нейните възможности да осигури достатъчно сигурно, според съвременните възгледи, поемането на постоянните и експлоатационните въздействия, както и на сеизмичните въздействия. С развитието на компютърната техника и цифровите технологии си проправят път нови идеи, свързани с използването на възможностите на СИМ [6], невронните мрежи и изкуствения интелект [1]. По отношение на сеизмичната осигуреност на конструкциите се търси подход с отчитане на опита от минали земетресения [2], интегрални критерии и нелинейното поведение [3, 4]. Важен аспект е нелинейното поведение на дюбелните съединения [9]. Всички тези модерни подходи следва да се опират на обективни данни, които се получават в резултат на събрана, анализирана и обобщена при обследвания и изпитвания на реални сгради информация.

Важни аспекти на сигурността и надеждността на носещите конструкции са поведението при извънредни ситуации като удари, взривове, локални пожари и възможностите за възстановяване и устойчива експлоатация на сградата.

По своя характер ударните въздействия са подобни на взривните, като най-често са външни за сградата, докато взривните въздействия при жилищните сгради обикновено са вътрешни. При характерните източници на взрива, газови бутилки и бойлери, взривното въздействие е локално, сравнително слабо, но достатъчно за да разруши прилежащи носещи и преградни панели. Опитът от проведено обследване в гр. Стара Загора показва, че безскелетно-панелните многофамилни жилищни сгради имат сравнително добро поведение при подобни взривни въздействия, което позволява пълно възстановяването на сградата при ограничени интервенции.

При разработването на всяка строителна система, включително ЕПЖС, са доказани показателите за пожароустойчивост, изисквани по действащата към дадения момент нормативна уредба. Формално при жилищните многофамилни сгради с височина до осем етажа тези показатели са почти идентични. В последните няколко десетилетия, главно поради широкото навлизане в бита и обзавеждането на висококалорични горими материали, интензивността на пожарното натоварване е повишена значително. Усъвършенстваха се и теоретичните модели, описващи развитието на пожара с отчитане на вентилацията на помещенията, неговия мащаб и тип. Проведените числени анализи за жилищни помещения, характерни за ЕПЖС, с отчитане на повишената интензивност на пожарното натоварване и условията за газообмен при локален пожар показват, че при локален пожар в кухня или спалня показателите за пожароустойчивост на подовите панели са изпълнени, докато при дневните без балкон не се покриват напълно. При стенните панели има значение

разположението по височина, както и дали експонирането им на пожарното въздействие е едностранно или двустранно. Тези изводи се потвърждават и от проведени визуални инспекции и обследване на жилища в безскелетно-панелни сгради след претърпян локален пожар.

Следва да се отбележи, че поставянето на горими топлоизолационни материали по фасадите може да спомогне за развитието на локалните пожари в по-широкомащабни. От гледна точка на устойчивата експлоатация на сградите е важно не само да се постигнат показателите за пожароустойчивост, но и какви трайни поражения е претърпяла конструкцията на сградата от пожарното въздействие и от пожарогасенето.

#### **4. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

В резултат на проведените обследвания на многофамилни жилищни безскелетно-панелни сгради, анализи и сравнения с публикувани резултати от подобни изследвания, вземайки предвид налагащите се тенденции за устойчиви стратегии и политики във всички сфери на икономиката и индустрията, могат да се формулират следните изводи:

- Както строителството, така и експлоатацията на сгради и съоръжения са мащабни човешки дейности с пряко отражение върху природните ресурси и факторите на околната среда и стремежът към въвеждане на устойчиви стратегии и практики е напълно оправдан.
- Устойчивата експлоатация на изградените у нас множество многофамилни жилищни безскелетно-панелни сгради е възможна и практически неизбежна. За реализирането ѝ са необходими комплексни юридически, нормативно-технически, организационно-управленски и инженерно-технически усилия за подобряване на техническото им състояние, рехабилитация и обновяване.
- Резултатите от проведените обследвания потвърждават по-високата надеждност на производствения контрол при заводски изпълнените конструктивни елементи, в сравнение с този при технологичните операции, изпълнявани на местостроежа.
- Обследването на тези сгради, изследването на тяхното техническо състояние сигурност и дълготрайност и на факторите, които се отразяват върху тях, е от особено значение, тъй като така може да се добие ценна и актуална информация, необходима както за вземане на адекватни решения при планиране и проектиране, така и за подобряване на ефективността при бъдещи проучвания. Тук успешно може да се използват и развиват ресурсите и потенциала на строителните университети и висши учебни заведения.
- За събирането на актуална информация за поведението на строителните конструкции на многофамилни жилищни безскелетно-панелни сгради, особено при сеизмични въздействия, би било полезно прилагането на автоматизирани системи за мониторинг при определено количество типови жилищни секции.
- Ефективността на новите подходи и компютърни технологии, BIM, СИМ, невронни мрежи и изкуствен интелект, комплексни нелинейни модели на поведение на конструкциите, вероятностни модели на надеждността и др. е в пряка зависимост от наличието на обективна и обобщена информация за състоянието и поведението на конструкциите.
- От особена важност е възможността за актуализиране, натрупване, анализ и обобщаване на информацията, получена при обследване на сградите. Това предполага изготвяне на определена рамка от правила и изисквания за обследване, съобразени със специфичните за този вид сгради методически особености, както и успешна колаборация между държавните и общински органи, университетите, като научни звена и професионалните камари.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Boshnakov Kr., Yakov Vl., Neural Networks Applicability for Design of Reinforced Concrete Sections for Bending. TEM Journal. Volume 12, Issue 3: 1294-1299, ISSN 2217-8309, DOI: 10.18421/TEM123-08, August 2023
- [2] Kouteva M., Boshnakov Kr., Earthquake structural damage estimation, „CMDR COE Proceedings 2017“ to CMDR COE 5-th annual conference „Interagency interaction in crisis management and disaster response.“, Crisis management and disaster response centre of excellence ( CMDRCOE), Sofia, 1.06 – 02.06.2017, ISSN 2367-766X, 202-217
- [3] Бошнаков Кр. Критичен сравнителен анализ на показателите на повреди на дуктилни строителни конструкции, Сборник доклади на Научно-приложна конференция с международно участие „Възстановяване и усилване на сгради и съоръжения“ (RSBFS2015), УАСГ, София, 5-6 ноември 2015, ISSN 2367-8224, стр.131-141
- [4] Бошнаков Кр., Кутева-Генчева М., „Приложимост на показателите на повреди за оценка на влиянието на сеизмичното въздействие върху поведението на тестова рамкова конструкция“, Сборник доклади на Научно-приложна конференция с международно участие „Възстановяване и усилване на сгради и съоръжения“ (RSBFS2015), УАСГ, София, 5-6 ноември 2015, ISSN 2367-8224, стр.142-150
- [5] Димов Д., Обследване и изпитване на строителни конструкции и мостове, София 2016, Изд. къща DL&M, ISBN 978-954-90617-5-8.
- [6] Кутева-Генчева М., Бошнаков Кр., Инженерен прочит на международните СИМ стандарти, Годишник на УАСГ, том 51, бр. 5, 2018, стр. 213-224
- [7] Митев Ил., Безскелетно-панелни сгради, София, Техника, 1985
- [8] Наредба №5 от 28.12.2006 г. за техническите паспорти на сградите.
- [9] Николов А., Р. Орлинов, Сеизмична осигуреност на едропанелните конструкции. Мит или реалност, Оптима проекти, 2016
- [10] Хрисчев Л., Д. Сотиров, В. Стоянов, Дефекти при едропанелните жилищни сгради, Сборник с доклади на XIV Международна научна конференция „ВСУ 2014“ – София, 2014, том IV, стр. 496-501. ISSN1314-071X
- [11] Хрисчев Л., Д. Сотиров, В. Славчев, Качествена оценка на дефектите на дюбелните съединения при едропанелните жилищни сгради, Сборник с доклади на XVI Международна научна конференция „ВСУ 2016“ – София, 2016, ISSN1314-071X, том II, стр.300-304
- [12] Хрисчев Л., М. Генчев, Количествена оценка на дефектите на дюбелните съединения на едропанелна жилищна сграда, Сборник с доклади на Международна научна конференция DCB 2016 „Проектиране в строителството на сгради и съоръжения“ – Варна, 2016, ISSN 2603-4255 (CD ROM); ISSN 2683-071X(online), стр. 636-640
- [13] Хрисчев Л., В. Славчев, М. Генчев, Обследване на дюбелни съединения на едропанелна жилищна сграда чрез методи за безразрушителен и разрушаващ контрол, Сборник с доклади на XVII Международна научна конференция „ВСУ 2017“ – София, 2017, том II, стр.. ISSN1314-071X, , том II, стр.. стр. 205-210
- [14] Хрисчев Л., Б. Петров, Р. Орлинов, К. Спасов, Конструктивно и топлотехническо обследване на елементи на едропанелна жилищна сграда, Годишник на Университет по архитектура, строителство и геодезия – София, 2018, том 51, брой 10, ISSN 310-814X (print), 2534-9759 (online), стр. 7-20.
- [15] Хрисчев Л., М. Гочева, Е. Абдулахад, Конструктивни елементи и детайли на едропанелни жилищни сгради по система БС-69-СФ, част 1 – Конструктивни елементи, Сборник с доклади на Международна научна конференция DCB 2020 „Проектиране в строителството на сгради и съоръжения“ – Варна, 2020, ISSN 2603-4255 (CDROM); ISSN 2683-071X(online), стр. 350-365

- [16] Хрисчев Л., М. Гочева, Е. Абдулахад, Конструктивни елементи и детайли на едропанелни жилищни сгради по система БС-69-СФ, част 2 – Конструктивни детайли, Сборник с доклади на Международна научна конференция DCB 2020 „Проектиране в строителството на сгради и съоръжения“ – Варна, 2020, ISSN 2603-4255 (CD ROM); ISSN 2683-071X(online) стр. 366-367
- [17] Чобанов Пл., Енергийна ефективност в строителството, УАСГ София 2017, ISBN 978-724-091-9