

ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ – СОФИЯ

Първа научно-приложна конференция с международно участие
„СТОМАНОБЕТОННИ И ЗИДАНИ КОНСТРУКЦИИ – ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА“

22 – 23 октомври 2015
22 – 23 October 2015

First Scientific-Applied Conference with International Participation
“REINFORCED CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES – THEORY AND PRACTICE”

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY – SOFIA

48 ^{ТОМ}
vol.

2015

св. 12 – II
fasc.

ОБСЛЕДВАНЕ И ОЦЕНКА НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА КОМПЛЕКС ОТ ПРОМИШЛЕНИ СГРАДИ В ГРАД БРЕЗНИК

П. Христов¹, В. Кърджиев²

Ключови думи: обследване, оценка, реконструкция, стоманобетонни конструкции

Научна област: строителни конструкции

РЕЗЮМЕ

Разгледани са конструктивните особености и актуалното техническо състояние на комплекс от промишлени сгради в град Брезник с оглед оценка на възможностите за тяхното реновиране, реконструкция и бъдещо ефективно и устойчиво използване в условията на подходяща модерна производствена технология. Описани са специфичните условия и методическите особености при обследване на комплекса. Извършена е класификация и анализ на локализираните недостатъци, дефекти и повреди в зависимост от техния характер, произход, вероятни причини за възникване и отражение върху поведението на конструкцията на сградата, нейната сигурност и експлоатационни качества. Предложени са конструктивни и организационно-технически мероприятия за привеждане на съществуващата конструкция към съвременните изисквания при увеличаване на нейната дълготрайност, коравина и носеща способност, както и за сеизмичното осигуряване на сградите при бъдещата им експлоатация.

1. Въведение

Реконструкцията и модернизацията на промишлените сгради и съоръжения е важно направление в строителството, особено при сградите със стоманобетонна носе-

¹ Петър Христов, доц. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски” № 1, 1046 София, e-mail: pchristov_fce@uacg.bg

² Васил Кърджиев, доц. д-р инж., кат. „Масивни конструкции”, УАСГ, бул. „Христо Смирненски” № 1, 1046 София, e-mail: kardjiev@mail.bg

ща конструкция. Предвид съвременната висока динамика на технологичното развитие, икономическите и обществените процеси, нарастващите изисквания за сигурност, екология и устойчиво развитие, се налага промишлените сгради със стоманобетонна носеща конструкция да сменят своето предназначение и да бъдат реновирани, модернизиранни, преустроявани или реконструирани, често по няколко пъти за времето на тяхната експлоатация.

В някои случаи, поради юридически, финансови, екологични, културни и други ограничения премахването на съществуващите промишлените сгради и съоръжения е не само много неизгодно, но и практически неосъществимо и удължаването на тяхната експлоатация чрез реконструкция и модернизация е практически без алтернатива.

За правилното и надеждно планиране и проектиране на всяка значима промяна на условията, при които ще се използва в бъдеще една промишлена сграда или съоръжение, се налага извършването на техническо обследване, за да се оцени състоянието на носещата конструкция, условията и перспективите за бъдеща надеждна експлоатация. Поради голямото разнообразие от природни, строително-технически, експлоатационни, технологични, организационни и други фактори, обследването на промишлените сгради и съоръжения във всеки конкретен случай се извършва при специфични методически особености, съобразени и с бъдещите промени.

В разработката се разглеждат резултатите и опитът от извършено обследване на комплекс от промишлени сгради в град Брезник, специфичните условия и методическите особености при неговото провеждане, конструктивните особености и актуалното техническо състояние на стоманобетонните носещи конструкции на сградите, с оглед оценка на възможностите за тяхното реновиране, реконструкция и бъдещо ефективно и устойчиво използване в условията на модерна производствена технология.

2. Специфични технически и експлоатационни особености на сградите от комплекса

Обследваният комплекс от промишлени сгради се състои от три сгради, условно означени като Сгради № 1, 7 и 9 (според означението им в ПУП). Разположени са на речна тераса, в западната част на поземления имот в равнинен терен, като Сграда № 1, в по-голямата си част следва западната граница на имота, а в останалата част е разположена успоредно на същата имотна граница.

Сграда № 9 заема пространството между Сграда № 1 и северната имотна граница (ул. „Андрей Михайлов“), непосредствено до входа на имота.

Сграда № 7 е разположена югоизточно от Сграда № 1, близо до южната граница на имота и реката.

Трите сгради очертават Г-образна конфигурация при сключено застрояване. Построени са през 70-те години на ХХ век за производствените нужди на АПК Брезник.

Изследваните строителни конструкции на Сгради № 1, 7 и 9 са монолитни, стоманобетонни, без сутерен, с еднопосочно и кръстосано армирани стоманобетонни плочи, опрени върху греди и стени от тухлена зидария, със стоманобетонни колони и ивични основи. Изпълнени са според действащите по това време нормативни документи за проектиране и строителство, проектантска практика и икономически условия. За поемане на хоризонталните товари се разчита на тухлени зидове от единични керамични тухли, обрामчени със стоманобетонни колони и греди.

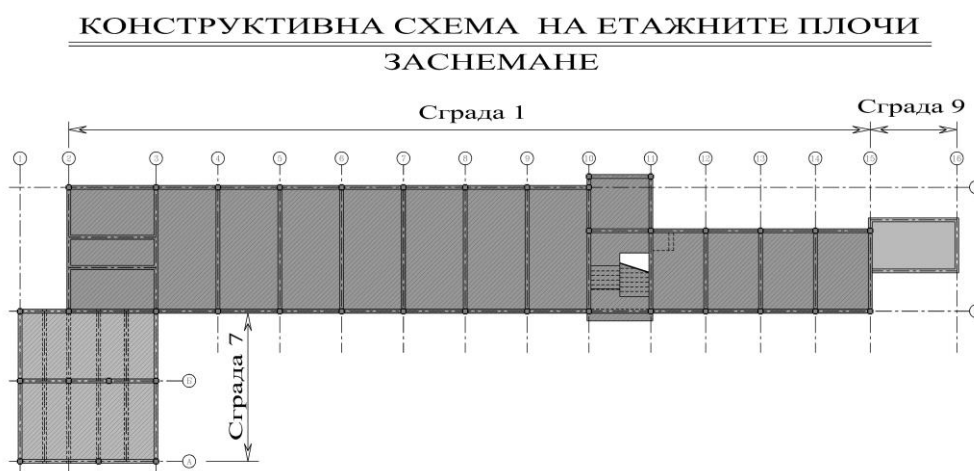
Сграда № 1 е двуетажна, промишлена, със студен плосък покрив. В план е близка до правоъгълник с приблизителни размери 52,10/8,25 m. На партера са разположени

котелно, гаражи и складове с етажна височина около 4,00 m, а етажът над тях е предназначен за производствени и административни нужди.

Сграда № 7 е едноетажна, промишлена, с топъл плосък покрив. Сградата е правоъгълна в план с размери 10,05/9,05 m. В нея е била разположена автомобилна ремонтна работилница.

Сграда № 9 е едноетажна, обслужваща, с топъл плосък покрив. Сградата е правоъгълна в план с размери 3,50/5,60 m. Според последното ѝ предназначение в нея е бил разположен павилион за закуски.

Схема на ситуирането на сградите с техните означения според ПУП е показана на фиг. 1.



Фиг. 1. Схема на ситуирането на сградите с техните означения според ПУП

За сградите няма запазена проектна и строителна документация. Липсва информация и за геометрията, конструктивните характеристики и армирането на стоманобетонните конструкции. Частично запазената архитектурна и конструктивна документация се базира на проведени заснемания.

До началото на 90^{-те} години на XX век сградите се използват по проектното си предназначение. През 1996 г. сградният комплекс е преустроен за нуждите на сладкарски цех, който функционира до 2008 г.

В момента на обследването сградите не се използват за производствени нужди, а собственикът им предвижда да разположи в тях модерни биотехнологии, като изгради цех за малотонажни производства на листови торове и прилепители за нуждите на селското и горското стопанство.

3. Методически особености на конструктивното обследване

Целта на обследването е да се получат достоверни данни *in situ* с достатъчна точност и степен на подробност, за състоянието и параметрите на строителните носещи стоманобетонни конструкции на сградите, които да спомогнат за обективна оценка на проектната ситуация, възможните перспективи за по-нататъшна надеждна експлоатация на обекта и избор на оптимален проектен вариант, съобразен с конкретните условия.

По отношение на методическите особености на обследването на подобни промишлени сгради е натрупан значителен опит при разнообразни условия, възраст, тип и състояние на конструкцията [1, 2, 3, 4]. В конкретния случай се проявяват особености, характерни за ниски масивни промишлени, селскостопански, складови и други подобни сгради, с монолитна стоманобетонна конструкция, построени в периода от 1960 до 1990 г.

Липсата на запазена проектна, строителна и експлоатационна техническа документация налага извършването на конструктивно заснемане на стоманобетонните носещи конструкции на сградите, което е необходимо за изясняване на топологията, геометричните размери, статическата схема, вида и основните характеристики на вложените материали, конструктивните особености на сградите и носещите конструкции, както и проектните, действащите в момента и актуалните нормативно заложените натоварвания и въздействия. Успоредно с това се извършва оглед на конструкцията за идентифициране и локализация на повреди, дефекти и признаци за недостатъчна носеща способност, нарушена експлоатационна годност и намалена дълготрайност на конструкцията.

Конструктивното заснемане и обследването са затруднени от липсата на достъп до строителната конструкция поради значителната етажна височина, наличието на настилки, мазилки и обшивки, което налага използването на подходящи подвижно обслужващо скеле и стълби, както и механизирани средства за разкриване на необходимите зони от носещата конструкция.

За определяне на основните якостни и деформационни характеристики на бетона е подходящо комбинираното използване на стандартни безразрушителни методи – склерометричен, импулсен ултразвуков и други с ограничен обем изпитани до разрушение пробни тела, изрязани от конструкцията. Големината на извадката се диктува от броя и големината на групите изследвани конструктивни елементи [5]. В случая за определянето на якостните и деформационни характеристики на вложения бетон са използвани комбинирано цилиндрични пробни тела 100/100 mm, склерометър Schmidt тип N и бетоноскоп Namicon 7200.

За определяне на бетонното покритие, диаметъра и местоположението на армировката се използват специални уреди, работещи на електромагнитен принцип. Методиката не е стандартизирана по БДС, макар че е добре известна в Република България и по света. В случая е използван уред PROFOMETER-5, който позволява откриване на армировка с минимален диаметър 6 mm при дебелина на бетонното покритие до 50 mm. Точността на определянето на диаметъра на армировката и дебелината на бетонното покритие зависи от техните стойности и начина на армиране, Принципът на действие на уреда е традиционният, но измерването се извършва на базата на автоматичното усредняване на множество единични измервания с помощта на вградения микропроцесор. За визуално определяне на класа на вложената армировка и контрол на показанията на уреда се използват ограничен обем местни разкрития на армировката.

Дълбочината на карбонизация на бетонното покритие се проверява с помощта на фенолфталеин, а ширината на откритите пукнатини се контролира с микроскоп с точност 0,1 mm.

Ако тухлените зидове от единични керамични тухли се използват като носещи или ако се предвижда след реконструкцията те да участват в поемането на сеизмичните въздействия, характеристиките на тухлите и разтвора се изследват експериментално, като от подходящи места се изваждат ненарушени проби и се изпитват по стандартните методи.

Характеристиките на земната основа и начинът на фундиране в детайли се изясняват подробно в инженерно-геоложки доклад, а в рамките на обследването се провежда частично изследване, което да даде общи сведения за основните параметри на фундирането – тип, дълбочина и др.

Събраната информация, след комплексен анализ, трябва да осигури възможност за оценка на техническото състояние на сградите и техните носещи конструкции и на възможностите за бъдещата им експлоатация.

3. Резултати от конструктивното обследване

Към момента сградите не се обитават и в тях не се извършва производствена и стопанска дейност, като оборудването и обзавеждането са демонтирани и изнесени. Покривните изолации, дограмата и остъкляването са запазени в сравнително добро състояние, което е способствало за сравнително доброто експлоатационно състояние.

Сграда № 1 е изградена на три етапа, като между отделните части не са осигурени дилатационни фуги:

- I – ви етап – между оси 5 и 11, В и Г;
- II – ри етап – между оси 11 и 15, В и В1;
- III – ти етап – между оси 2 и 5, В и Г.

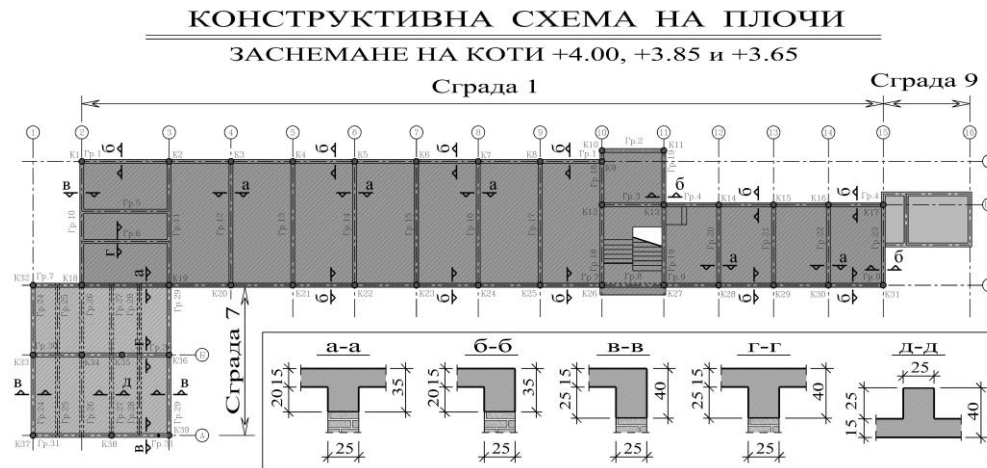
Стоманобетонните носещите конструкции на трите части не се различават съществено като типология, но имат известни разлики в параметрите.

Между оси 5 и 11, В и Г конструкцията е двуетажна, монолитна, стоманобетонна с размери между цифровите оси по 4,0 m, а между буквените оси – 8,0 m. Етажните височини са 4,0 m за партера и 2,7 m за I етаж. Подовата и покривната конструкция са изградени от еднопосочно армирани плочи с дебелина около 15 cm, подпрени върху стоманобетонни греди с плочогредово напречно сечение и височина 35 cm за подовата конструкция и обратно плочогредово сечение по направление на цифровите оси за покривната плоча. На партера под гредите са изпълнени зидове от единични керамични тухли с дебелина 25 cm, а на I етаж, освен тях, са изпълнени и два надлъжни зида, оформящи коридор. В пресечните точки на всички оси има стоманобетонни колони със сечение 25/25 cm. Фундаментите са ивични, а на пода в партера е изпълнена бетонна настилка.

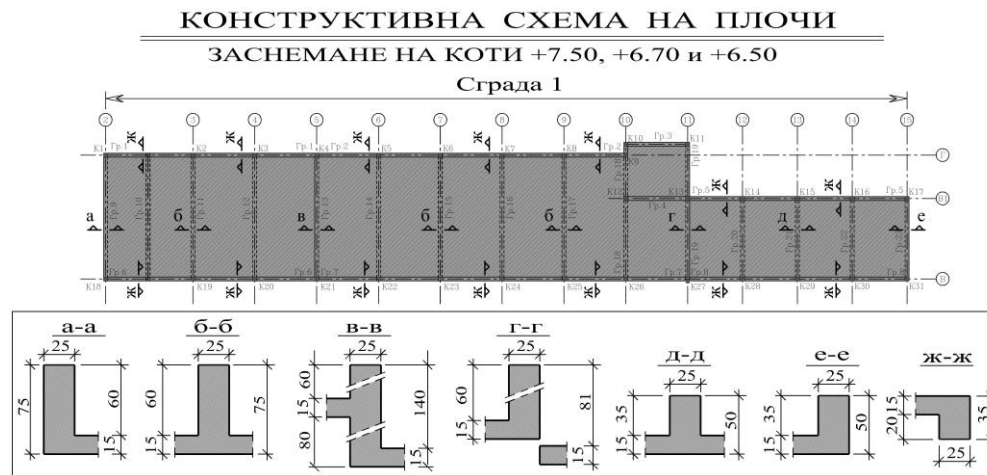
Между оси 11 и 15, В и В1 конструкцията е двуетажна, монолитна, стоманобетонна с размери между цифровите оси по 3,55 m, а между буквените оси – 5,20 m. Етажните височини са 3,65 m за партера и 2,85 m за I етаж. Подовата и покривната конструкция са изградени по аналогичен начин. На партера под гредите са изпълнени зидове от единични керамични тухли с дебелина 25 cm, а на I етаж, освен тези зидове, между оси 11 и 13 е изпълнен и надлъжен зид, оформящ коридор. В пресечните точки на всички оси има стоманобетонни колони със сечение 25/25 cm. Фундаментите са ивични, а на пода в партера е изпълнена бетонна настилка.

Между оси 2 и 5, В и Г конструкцията е двуетажна, монолитна, стоманобетонна с размери между цифровите оси по 5,65 m и 4,0 m, а между буквените оси – 8,0 m. Етажните височини са 4,0 m за партера и 3,5 m за I етаж. Подовата и покривната конструкция са изградени от еднопосочно армирани плочи с дебелина около 15 cm, подпрени върху стоманобетонни греди с плочогредово напречно сечение с височина 40 cm и 35 cm за подовата конструкция и обратно плочогредово сечение по направление на цифровите оси за покривната плоча. На партера под гредите по осите са изпъл-

нени зидове от единични керамични тухли с дебелина 25 cm, а на I етаж между оси 1 и 5 е оформено едно помещение. В пресечните точки на всички оси има стоманобетонни колони със сечение 25/25 cm. Фундаментите са ивични, а на пода в партерното ниво е изпълнена бетонна настилка.



Фиг. 2. Котражен план на етажна подова конструкция



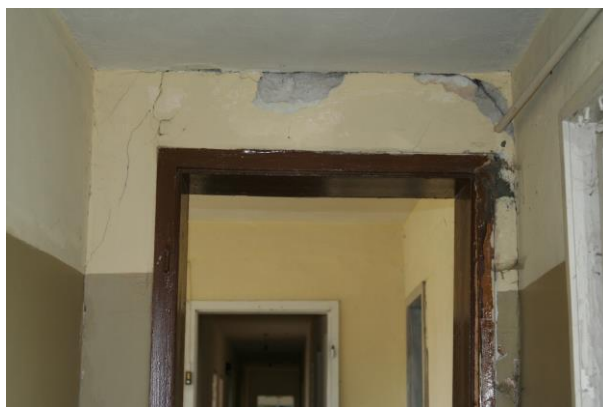
Фиг. 3. Котражен план на конструкция покривна плоча

Конструкцията на Сграда № 7 е едноетажна монолитна стоманобетонна с размери в план 9,05/9,7 m и етажна височина 4,0 m, разположена между оси А и В. Покривната конструкция е изградена от еднопосочно армирани плочи с дебелина около 15 cm, подпирани върху стоманобетонни греди с плочогредово напречно сечение и височина 40 cm по контура и обратно плочогредово сечение по направление на цифровите оси. Гредите по контура са подпирани на стоманобетонни колони със сечение 25/25 cm. Под гредите по осите са изпълнени зидове от единични керамични тухли с дебелина 25 cm. Фундаментите са ивични, а на пода в партера е изпълнена бетонна настилка.

Сграда № 9 е едноетажна, с монолитна стоманобетонна покривна конструкция, правоъгълна в план с размери 3,5/5,6 m и етажна височина 3,85 m, разположена между оси 15 и 16. Покривната конструкция е подпряна върху тухлени зидове на ивични фундаменти. Не са открити стоманобетонни колони.

На фиг. 2 и 3 са показани кофражните планове от проведеното заснемане на етажната подова и покривната плоча на отделните сгради.

За поемането на хоризонталните товари при Сграда № 1 и Сграда № 7 се разчита на тухлените зидове, оброчени със стоманобетонни колони. При Сграда № 9 зидовете не са оброчени.



Фиг. 4. Пукнатина на вътрешна стена по ос 11

Покривните стоманобетонни конструкции на Сграда № 7 и Сграда № 9 са свързани с конструкцията на Сграда № 1.

Покривната конструкция на Сграда № 1 е дублирана със стоманена прътова конструкция, върху която са монтирани листове профилирана ламарина.

В обширни участъци от междуетажната конструкция на Сграда № 1 бетонното покритие е недостатъчно. На много места бетонът с неуплътнен, с каверни и разслояване. Под зидовете, оформящи коридора на I етаж, плочите са усилены с допълнителна армировка. Разстоянието между армировъчните пръти е малко и не е позволило качествено бетониране, поради което в тези зони бетонно покритие практически липсва.



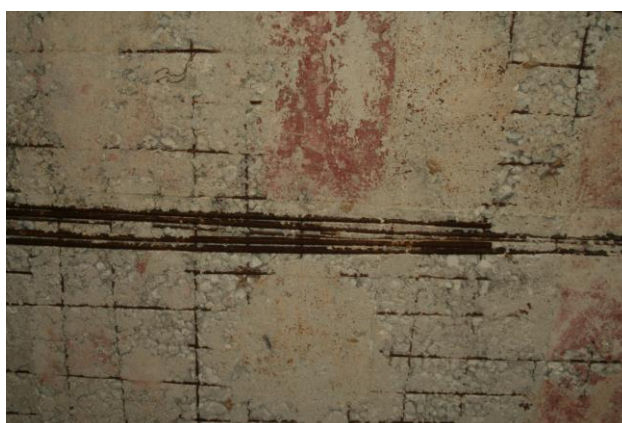
Фиг. 5. Пукнатина на фасадна стена по ос 5



Фиг. 6. Пукнатина на фасадна стена по ос 1

По ос 5 в зоната на покривната конструкция на източната фасада се забелязва вертикална пукнатина, която не преминава през междуетажната конструкция.

При еднопосочно армираните полета на междуетажната плоча между оси 5 и 10, В и Г се наблюдава провисване с кривина в двете главни направления, което е индикация за недостатъчна коравина на гредите.



Фиг. 7. Компрометирано бетонно покритие на плоча

Елемент	Колони	Греди	Греди	Плочи	Усилване в плочата под зидове
Сечение					
Надлъжна армировка	4 ϕ 14 стомана В235	4 ϕ 10 стомана В235	4 ϕ 10 стомана В235	ϕ 8/20/ ϕ 6,5/20(25) стомана В235	5 ϕ 14/10 стомана В235
Напречна армировка	стр. ϕ 6,5 през 22-26см стомана В235	стр. ϕ 6,5 през 22-26см стомана В235	стр. ϕ 6,5 през 22-26см стомана В235	/	/

Фиг. 8. Армиране на характерни конструктивни елементи в отделните сгради

Кръстосано армираните плочи между оси 11 и 12 не са подпрени надеждно по ос 11, вследствие на което се е образувала пукнатина през цялата сграда.

Недоброто отвеждане на атмосферните води е довело до повреди по мазилки и зидарии, особено силно проявени при Сграда № 7 (ос 1). При Сграда № 7 се наблюдава ерозия на зидарията, както и значителни пукнатини от поддаване на основите.

Характерните дефекти са илюстрирани на фотоснимки фиг. 4, 5, 6 и 7.

Проведено е безразрушително определяне на вероятната якост на натиск на вложения в конструкцията бетон с помощта на склерометър Schmidt-N, комбинирано с изрязани от конструкцията цилиндрични пробни тела и е определен класът на бетона по сгради, нива и елементи. Класът на вложения бетон е В12,5 и за трите сгради.

Средната стойност на динамичния модул на линейните еластични деформации е $E_{b,m}^{din} = 24740 \text{ МПа}$ при средна плътност $\rho_m = 2280 \text{ kg/m}^3$.

Класът на вложената армировъчна стомана е В235. В колоните се наблюдава корозия в начален стадий, а в плочите – слоеста корозия. Защитните свойства на бетона по отношение на армировъчната стомана са компрометирани в значителна степен. Армирането на някои характерни конструктивни елементи по данни от обследването е представено на фиг. 8.

4. Оценка на техническото състояние на сградите

В резултат на проведените изследвания са получени данни за общото състояние на сградата и нейната носеща конструкция, промените, дефектите и повредите в резултат от дългогодишната експлоатация, свойствата на вложения бетон и армирането, които могат да се резюмират по следния начин:

- общото състояние на сградите и носещите им конструкции е задоволително и съответства на тяхната възраст, конструктивни, технологични и експлоатационни особености;
- при проведеното обследване се установиха някои пропуски и отклонения, както и промени и повреди в резултат на дългогодишната експлоатация, които, като правило, намаляват нейната сигурност, особено при сеизмични въздействия. Освен това от построяването на сградите в нормативната база са настъпили редица изменения, отразяващи по-високите съвременни изисквания;
- носещите конструкции на сградите не показват признаци за недостатъчна носеща способност по отношение на действащите в момента на обследването експлоатационни товари;
- използваните материали по принцип са в състояние да осигурят надеждна и дълготрайна експлоатация на сградата. В същото време следва да се отчете, че в стоманобетонните междуетажни конструкции има зони с разслоен и неуплътнен бетон и корозия на армировката, а при колоните се наблюдава начало на корозия на армировката, което показва изчерпана защитна способност на бетонното покритие;
- според действащите НПССЗР – 87 сградата попада в зона със сеизмичност IX степен ($K_c = 0,27$) при коефициент на значимост $C = 1,0$ и е неосигурена за сеизмично въздействие. Конструкцията не покрива конструктивните изисквания по отношение на интензивността на армирането, както и по отношение на дилатационните фуги. Аналогична е ситуацията и според БДС EN 1998-1;

- следва да се отбележи липсата на ефективни дилатационни фуги между съседните сгради, което е много важен проблем, който е изключително труден за отстраняване. Необходимо е да се обърне специално внимание на вертикалните пукнатини по оси 5 и 11. В зоната на ос 11 се препоръчва изграждане на дублираща конструкция;
- сеченията на колоните и стоманобетонните греди по цифровите оси на междуетажната конструкция на Сграда № 1 и тяхното армиране не позволяват надеждна експлоатация без участието на тухлените зидове. В същото време това армиране не покрива изискванията на действащите в момента норми за проектиране на антисейсмични стоманобетонни конструкции;
- пукнатините в зида по ос 1 са предизвикани от поддаване на основите и действието на атмосферни води. За отстраняването на проблема е необходимо изясняването на геологията на земната основа.

Необходимо е при бъдещото преустройство армировката да се почисти механично и химически от корозионните продукти, като се вземат и мерки за нейната защита. Препоръчва се при бъдещото преустройство, след отстраняване на мазилките и настилките, да се извършва обстоен оглед на конструкцията от опитен инженер – конструктор и при необходимост да се реагира адекватно на новите данни.

5. Заключение

Обследването на стари промишлени сгради е свързано с редица характерни особености както методически, така и по отношение на специфични повреди, дефекти и условия. Наличието на конструктивни недостатъци и дефекти, повреди от дълготрайното действие на неблагоприятни и агресивни фактори, претоварване и екстремни въздействия, климатични и антропогенни фактори се натрупват, взаимодействат си, развиват се във времето и като резултат определят състоянието на конструкцията.

Натрупаният опит ще бъде полезен при бъдещи подобни случаи на обследване, възстановяване, усилване и реконструкция на стоманобетонни конструкции. Този опит е свързан и със спецификата на такъв тип сгради, включително по отношение на конструктивни особености, характерни материали, проблеми, свързани с промяна на изискванията или функциите и т.н.

Характерно за подобни сгради е сравнително ниската якост на бетона и армировката и скромните коефициенти на армиране. Освен това в подобни сгради често се срещат дефекти в структурата на бетона, конструктивни пропуски, повреди от дългогодишна експлоатация и др. При възстановяването и усилването на конструкцията тези условия трябва да се интерпретират комплексно, с отчитане и на недостатъчната пълнота и надеждност на изходната информация, като се избягват решения, чувствителни към подобни недостатъци.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Цветков, П., Чернев, П., Сарафова, Р.* Ръководство за обследване и оценка на промишлени сгради и съоръжения, подлежащи на реконструкция. НИСИ, София, 1986.
2. *Петков, В., Цановски, С.* Ръководство за определяне състоянието на бетона и армировката в носещите конструкции на сгради и съоръжения. София, НИСИ, 1990.

3. Паничков, Д. Обследване и изпитване на строителни конструкции и съоръжения. София, Техника, 1994.

4. Димов, Д. Обследване и изпитване на строителни конструкции и мостове. София, УАСГ, 2006.

5. Димов, Д. Безразрушителни изпитвания на строителни конструкции. София, Дайрект сървисиз, 2011.

EXAMINATION AND EVALUATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF AN INDUSTRIAL BUILDINGS COMPLEX IN BREZNIK

P. Hristov¹, V. Kardjiev²

Keywords: examination, evaluation, reconstruction, reinforced concrete structure

Research area: structures

ABSTRACT

The constructive specifications and the actual technical condition of an industrial buildings complex in the town of Breznik are analyzed, with the purpose of evaluating the possibilities for their reconstruction, rehabilitation and effective usage for a suitable modern industrial technology. The specific conditions and methodological features of the analysis are described. The established shortcomings, defects and failures are then furthermore analyzed and sorted, according to their characteristics, origin, reasons for their occurrence and influence on the behavior of the building structure, safety and performance. Constructive measures for the treatment of the structure are suggested, which will bring it to the current technical requirements, improving its durability, stiffness, bearing capacity and earthquake-resistance for its future utilization.

¹ Petar Hristov, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: pchristov_fce@uacg.bg

² Vasil Kardjiev, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. "Reinforced Concrete Structures", UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: kardjiev@mail.bg

