

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.
fasc. 12 – II

РЕКОНСТРУКЦИЯ НА БЛОК 6 НА ПРОФЕСИОНАЛНА ГИМНАЗИЯ ПО ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И ЕЛЕКТРОНИКА, ГР. ПЛОВДИВ

ПРОЕКТИ НА СТРОИТЕЛНИ КОНСТРУКЦИИ, ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ И УСИЛВАНЕ

Е. Бойчев¹, Р. Богданова²

Ключови думи: реконструкция, конструктивен проект, финансиране, предварително налягане, сеизмично осигуряване, комплексни шайби, стоманени групови дюбели

Научна област: проекти на строителни конструкции – възстановяване и усиление

РЕЗЮМЕ

Разглеждат се подходите за реконструкция на сериозно компрометирана вследствие на неравномерни слягания и отклонения от проекта при изпълнението ѝ, сглобяема стоманобетонна, с предварително налягнати подове, конструкция на четириетажна училищна сграда, изпълнена през 1987 г. по строителната система Е1-72. Осъвременена е сеизмичната сигурност на сградата и са прекратени възникнали консолидационни процеси в земната основа.

1. Въведение

Тази статия представя особеностите при разработването на проект за реконструкция на Блок 6 на Професионална гимназия по електротехника и електроника

¹ Емил Бойчев, инж., ЕТ „БИЛДБОЙ – Емил Бойчев“, гр. Пловдив, e-mail: eboychev@abv.bg

² Радостина Богданова, инж., ЕТ „БИЛДБОЙ – Емил Бойчев“, гр. Пловдив, e-mail: eboychev@abv.bg

съседни колони са изпълнени монолитни, повърхностно армирани пълнежни бетонни стени. Същите нямат никаква дюбелна връзка с ограждащите ги стоманобетонни елементи: колони – вертикално и подови кухотели елементи – хоризонтално.

Фундирането на конструкцията е предимно с единични чашковидни сглобяеми фундаменти под колоните, монтирани върху монолитни стоманобетонни подложки с дебелина 30 cm или 40 cm. За колони, между които има пълнежни бетонни стени, са изпълнени общи монолитни ивични фундаменти. Всички фундаменти имат еднаква кота на основната плоскост –3,65 m. Контурните стоманобетонни стени на сутерена са фундирани на по-високо ниво –2,95 m.

Съгласно предоставения инженерно-геоложки доклад Блок 6 на ПГЕЕ е фундиран върху земна основа със следните характеристики: глини с висок коефициент на порите, средно- и мекопластични до течнопластични в североизточната зона на блока. Тази строителна почва е залегнала между нива –3,00 и –6,30 под нивото на терена и има относително нисък модул на обща деформация и висока слегваемост. Характерни са ниски стойности на изчислителното почвено съпротивление, което по таблични данни може да се приеме не по-голямо от 0,1 МПа (1 kg/cm²). Съгласно чл. 15, ал. 6 от [1] не се разрешава директно фундиране върху такава строителна основа, освен в случаите, когато са изпълнени допълнителни здравителни мероприятия.

3. Конструктивни проблеми на сградата

Най-съществените недостатъци и дефекти са:

3.1. Нарушен интегритет между елементите на вертикалните сеизмични подструктури

При строителството на сградата са допуснати редица вертикални и хоризонтални работни фуги между сглобяеми елементи (колони и кухотели подови панели) и пълнежни монолитни бетонни стени, проектирани като шайби, но практически неработещи като такива, поради:

- липса на дюбелни връзки по вертикалната контактна плоскост между обрамчващите сглобяеми колони от системата Е1-72 и пълнежните монолитни стени (няма бетонни зъби, и/или армировъчни хоризонтални шипове);
- липса на дюбели и преминаваща вертикална армировка през етажните плочи в пълнежните монолитни стени, разположени между сглобяемите колони;
- липса на дюбели и мека армировка за връзка между пълнежните бетонни стени и междуетажните сглобяемо-монолитни напрегнати плочи.

Допуснатото компрометирано изпълнение на шайбите е лишило конструкцията на сградата от необходимия капацитет за поемане на сеизмични въздействия дори при нормите, по които е разработен първоначалният конструктивен проект.

3.2. Липса на общи хоризонтални диафрагми

Сградата е изпълнена с опасни пукнатини в подовите плочи на всички нива в междуосие В – В1, разтворени почти еднакво по цялата дебелина на всяка плоча (5 – 8 mm), преминаващи и в пресичащите ги външни и вътрешни тухлени зидове (фиг. 2).



Фиг. 2. Технологична фуга в подава конструкция

Тяхната поява се дължи на сериозно изменение на първоначалния конструктивен проект по време на строителството, изразяващо се в прекъсване на напрегателните снопове и на четирите плочи, довело до оформяне на непроектна технологична фуга с ширина около 30 см. Същата е замонолитена при строителството, но без никаква дюбелна връзка между обособилите се две отделни конструкции, след което се е пропукала (фиг. 3).



Фиг. 3. Замонолитена технологична фуга

Така е прекъсната целостта на хоризонталните дискове и двете отделни конструкции на практика са останали сеизмично неосигурени и изложени на риск от негативен ударен ефект при сеизмично въздействие.

3.3. Неравномерно слягане

Реализирало се е неравномерно слягане на конструкцията на Блок 6, проявено като:

- наклон на пода на третия етаж при североизточния ъгъл от ос 12 в посока към ос 14;



Фиг. 4. Пукнатини във фасадни стени

- наклонени пукнатини в преградни вътрешни тухлени стени и наклонени пукнатини по фасадни тухлени стени (фиг. 4);
- пропадане на бетонната настилка върху обратен насип между оси 13 – 14;
- сериозна наклонена пукнатина в северната фасадна зидария на всички етажи в същото междуосие и отлепване на стените от таваните на етажите.

По данни от геоложкия доклад в североизточния ъгъл на сградата на ниво фундаране се разкрива ограничена по площ течнопластична глина с органични примеси (показател на консистенция $I_c = 0,25$) и причина за това е повреда на площадковата канализация, катастрофално влошила качествата на строителната основа.

4. Особенности на проектното решение

В техническия проект за реконструкция на Блок 6 са приложени следните основни конструктивни решения:

4.1. Циментация на строителната почва

Циментацията на пласта слегваема строителната почва под североизточната зона на сградата между оси 12 – 14 е извършена чрез инжектиране под ниско налягане (low pressure grouting) на циментов разтвор. Като резултат се повишава показателят на консистенция на проблемния почвен пласт до $I_c = 0,54$. Предвидена е цялостна подмяна на площадковата канализация с цел на ликвидиране причината за неравномерните слягания на сградата (фиг. 5).



Фиг. 5. Изпълнение на циментация

4.2. Базова сутеренна кутия

Проектирана и изпълнена е корава базова сутеренна кутия, състояща се от съществуващи и нови контурни и вътрешни стоманобетонни стени, надсутеренна плоча (съществуваща сглобяема напрегната и зони с нова монолитна), нова вградена фундаментна плоча от четири, свързани помежду си сегмента. Отделните елементи на тази кутия се обединяват с подходящо конструирани дюбелни съединения. Така се постига практическо намаляване на общата активна височина на сградата при сеизмични въздействия, намаляване на общата деформативност и преразпределяне на усилията от вертикалните носещи конструкции върху база със значително по-голяма коравина и носеща способност. Постигат се глобални динамични параметри на конструкцията в подходящи за етажността и типа ѝ граници, които не са постигнати при първоначалния конструктивен проект.

4.3. Комплексни шайби

Осигурява се нов, по-висок капацитет на комплексните шайби, състоящи се от сглобяеми колони, напрегнати сглобяеми плочи и пълнежни бетонни стени, чрез дюбелно свързване на елементите им през съществуващите работни фуги, така че да се достигне носеща способност и коравина за надеждно поемане на нормосъобразно сеизмично въздействие (фиг. 6).



Фиг. 6. Стоманен групов дюбел в комплексна шайба

4.4. Нови монолитни шайби

Допълва се ансамбълът от вертикални сеизмични подконструкции с три нови монолитни стоманобетонни шайби в напречно направление на силно удължените в план хоризонтални междуетажни конструкции.

4.5. Хоризонтални диафрагми

Съединяват се работните фуги между оси В и В1 във всички плочи, така че да се осигурят общи хоризонтални диафрагми. Това се постига чрез свързващи планки по горната повърхност на плочата и хоризонтално, надлъжно на технологичната фуга, линейно удебеление под долната повърхност (фиг. 7).



Фиг. 7. Линейно удебеление

5. Статико-динамическо изследване

За установяване на напрегнатото и деформирано състояние на укрепената конструкция и на поведението ѝ при сеизмично въздействие е съставен теоретичен модел за статико-динамическо изследване при следните приемания и предпоставки:

- спазват се изискванията на [1], [2], [3] и [4];
- междуетажните хоризонтални конструкции се моделират с реална огъвна коравина (не са приети безкрайно корави) в равнината си поради значително удълженото в план очертание на сградата;
- хоризонталните подструктури са ребрени, предварително напрегнати плочи, моделирани с равнинни крайни елементи, като ортогоналната система от напрегнати плочни ребра е представена чрез вграждане на прътови крайни елементи в континуума от равнинните такива;
- вертикалните подструктури са колони, моделирани с прътови елементи и двойки съседни в план колони с пълнежна бетонна стена между тях, моделирани като комбинация между прътови елементи (колони и напрегнатите ребра на плочите) и равнинни елементи (пълнежните стени);
- основни нормативни площни натоварвания: постоянно върху етажи – $2,1 \text{ kN/m}^2$; постоянно върху покрив – $4,3 \text{ kN/m}^2$; експлоатационно върху етажи – $3,0 \text{ kN/m}^2$; експлоатационно върху покрив – $1,5 \text{ kN/m}^2$;
- основни нормативни линейни натоварвания: от плътни тухлени стени с дебелина 25 cm – $15,1 \text{ kN/m}$; от контурни тухлени стени с дебелина 25 cm с прозорци – $7,00 \text{ kN/m}$; от плътни тухлени стени с дебелина 12 cm – $7,6 \text{ kN/m}$;

- основни динамични параметри за определяне на сеизмичното въздействие: коефициент на значимост – $C = 1,0$; коефициент на реагиране – $R = 0,35$; коефициент на сеизмичност – $k_c = 0,27$; почва от група D ;
- коефициентът на леглото на земната основа е приет $10\,000\text{ kN/m}^2/\text{m}$ с трикратно увеличение при сеизмично въздействие;
- класовете на бетоните за изчислителния модел на стоманобетонната конструкция са приети както следва: бетон за фундаменти – стари с клас B15, нови с клас B25; бетон за колони – клас B30; бетон за орebrени плочи – клас B25; бетон за пълнежни стени – клас B25.

6. Анализ на резултатите от статико-динамическото изследване

Получените резултати дават представа за поведението на конструкцията при различни изчислителни ситуации. Основна тежест има решението при сеизмична комбинация. Изследвани са влияния вследствие на две базови сеизмични въздействия по двете основни взаимноортогонални направления в план – надлъжно по x и напречно по y .

Периодите на собствени трептения и видът на първите три собствени форми на конструкцията са: $T_1 = 0,3865\text{ s}$ – напречна (по y) трансляция; $T_2 = 0,3497\text{ s}$ – надлъжна (по x) трансляция; $T_3 = 0,2697\text{ s}$ – ротация.

Направените промени в усиления модел спрямо модела на съществуващата конструкция подобряват сеизмичното ѝ поведение: увеличава се усуквателната коравина, респективно се намалява усуквателната деформативност; разтоварват се колоните и ригелите на плочата с недостатъчен капацитет.

Относителните еластични етажни премествания на центровете на етажните маси са по-малки от нормираните в [1] – $h.R/100 = h.0,35/100 = h/285$ (h – етажна височина). Ексцентрицитетите на тоталните сеизмични сили по нива не са големи и варират в относително тесни граници, което е постигнато чрез допълнителни напречни шайби на подходящи позиции. Подобрена е регулярността в план и височина на нерегулярната конструкция.

Екстремалните стойности на разрезните усилия в колоните на усилената конструкция на Блок 6 са получени от основна и извънредни комбинации. За тези усилия е изчислена необходимата носеща армировка, която се оказва по-малка от наличната. Възникващите екстремални усилия в ригелите на плочите са по-малки от усилията, за които е определена напрегнатата им армировка. Увеличената коравина на комплексните шайби и въведените нови такива допринасят за значително разтоварване на самостоятелните колони и ригелите извън шайби от напречни сили и огъващи моменти, при което наличният им капацитет е достатъчен.

При осигуряване на носещата способност на комплексните шайби са определени екстремалните хлъзгащи (тангенциални) и нормални разпределени мембранни усилия по работните им фуги и е извършено покритие на тези усилия с предварително определени носещи способности на съединяващи стоманени групови дюбели с химически анкери за бетон по фирмена изчислителна процедура на съответния производител.

Предвид настъпилите слягания в североизточната зона на сградата и недостатъчната площ на контактната фундаментна плоскост на съществуващите ивични и единични основи, чрез вградените сегментни, обединяващи фундаментни плочи, е

постигнато намаляване на напреженията и „успокояване“ на сляганията на земната основа.

Статико-динамическото изследване на укрепената конструкция на Блок 6 показва, че със стриктно изпълнените предвидени конструктивни мероприятия същата ще има достатъчна коравина и носеща способност за нормална експлоатация.

7. Заключение

Показаната в статията реконструирана сграда на Блок 6 от ПГЕЕ, гр. Пловдив е нагледен пример как една конструкция с много сериозни строителни дефекти може да се приведе към сигурна, надеждна и нормално използвана с помощта на подобрени и удачно съчетани конструктивни мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наредба № 2 за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони. 2012 г.
2. Наредба № 3 за основните положения за проектиране на конструкциите на строежите и за въздействията върху тях. 2005 г.
3. Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции. 1988 г. с изменения и допълнения. 2008 г.
4. Норми за проектиране на плоско фундиране. 1996 г.

RECONSTRUCTION OF BLOCK 6 OF VOCATIONAL SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING AND ELETRONICS, PLOVDIV

E. Boychev¹, R. Bogdanova²

Keywords: *reconstruction, construction project, foundation, prestressing, seismic safety, complex walls, combined steel dowels*

Research area: *construction projects – reconstruction and strengthening*

ABSTRACT

The approaches to reconstruction of a seriously compromised, as a result of uneven settlement and deviations from the project in its implementation, precast prestressed concrete floor four-storey school building are examined in this report. The building was completed in 1987 using the system E1-72. The seismic safety of the building is enhanced to the present day standards and the consolidation processes in the ground under the building are terminated.

¹ Emil Boychev, Eng., “Buildboy – Emil Boychev” PE, Plovdiv, e-mail: eboychev@abv.bg

² Radostina Bogdanova, Eng., “Buildboy – Emil Boychev” PE, Plovdiv, e-mail: eboychev@abv.bg