

СТАНОВИЩЕ

От проф. д-р инж. Димитър Симеонов Димитров,
от катедра "Масивни конструкции" на Строителния Факултет на УАСГ-
София

на дисертационния труд на тема: **"Уязвимост на конструктивни системи при сеизмични въздействия"** на редовния докторант към Департамент "Сеизмично инженерство" от НИГГГ - БАН инж. **Александър Илиев Илиев** за придобиване на образователна и научна степен **"доктор"** по специалността "Механика на деформируемостта твърдо тяло"

Изготвено е на основата на Заповед №01-25/28.02.2018 г. на Директора на "Национален институт по геофизика, геодезия и география" (НИГГГ) към БАН.

1. Кратки биографични данни

Докторантът **инж. Александър Илиев Илиев** е роден на 23.01.1985год. През 2009 год. завършва с много добър успех УАСГ, специалност "Строителство на сгради и съоръжения", образователно квалификационна степен "магистър".

След дипломирането си е работил във фирма "Риск Инженеринг" АД.

От 16.12.2014г. е зачислен за редовен докторант в Департамент "Сеизмично инженерство" към НИГГГ - БАН. Научен ръководител на докторантурата е доц. д-р инж. Димитър Стефанов. Отчислен е с право на защита на 19.12.2017год. Дисертационният труд е завършен в рамките на 3-годишния срок, определен за редовна докторантура.

Бил е хоноруван преподавател в УАСГ и Европейския Политехнически Университет.

Владее отлично английски език.

Притежава ППП от КИИП.

2. Общо описание на представените материали

На изготвеният становището са представени **следните материали:**

- Дисертация – 111стр., вкл. "Литература" и списък на фигурите;
- Автореферат – 49стр.

Папка с лични документи, в която са дадени копия на:

- Заповед за зачисляване в докторантура;
- Заповед за отчисляване от докторантура;
- Копия на публикации по темата на дисертацията – 7 броя;
- Протоколи за положени изпити – 2 броя, от които един "базов изпит" и един по английски език;
- Протокол от научен семинар на Департамент "Сеизмично инженерство" от 20.02.2018 за предварително обсъждане на дисертацията.

3. Отражение на научните публикации на кандидата в литературата (известни цитирания) – не са дадени цитирания на публикациите от други автори.

4. Обща характеристика на дейността на докторанта

4.1. Кратка характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в **5 глави**.

В Глава 1 **“Съвременни методи за определяне на сеизмична уязвимост на сгради и съоръжения”** се разглеждат двете основни **групи методи** за анализ на сеизмичната уязвимост – аналитични и емпирични, които могат да се комбинират в т.н. “хибридни” методи. Анализират се предимствата, недостатъците и надеждността на методите. След направения анализ се прави заключението да се използват в дисертацията **“аналитичните”** методи за определяне на сеизмичната уязвимост на строителните конструкции. Определям този подход за методологически правилен. Аналогичен е подходът в Европейския изследователски проект RISK-UE през 2001г., в който е участвал екип от “Централната Лаборатория по Сеизмична Механика и Сеизмично Инженерство” към БАН.

В края на Глава 1 са формулирани **5 основни цели** на дисертацията, които включват:

- изследване на базата на “Метода на крайните елементи” (МКЕ) на различни подходи за анализи на строителни конструкции от гледна точка на сеизмичната им оценка;
- изследване на важни модални характеристики върху предизвиканите при земетръс повреди;
- изследване на сеизмичното реагиране на съвременни стоманобетонни конструкции, прилагани у нас;
- анализ на конструктивни характеристики като напр. нерегулярността в план и по височина върху конструктивния капацитет и сеизмичното реагиране;
- прогнозиране на сеизмичната уязвимост на изследваните конструкции чрез т.н. **“криви на уязвимост”** (fragility curves).

Дефинираните цели ясно показват посоката на развитие на дисертационния труд – постигане освен на научни резултати, така и резултати с пряко значение и приложимост в проектантската практика.

Анализът на дисертационния труд ми дава основание да приема, че дефинираните цели са реализирани.

Глава 2 **“Сеизмично реагиране на експериментално изследвана стоманобетонна конструкция”** е разделена на 2 части:

- експериментално и аналитично изследване на сеизмичния капацитет на едноетажна стоманобетонна стена;
- числен анализ на сеизмичния капацитет на многоетажна смесена конструкция.

Първата част е реализирана в рамките на Международния Проект “BENCHMARK CASH”. Експериментът е проведен в лабораторията ELSA (European Laboratory for Structural Assessment), Италия. Основната цел е да се определи капацитета за поемане на срязващи сили на пробна “шайба” с 2Т сечение в план. Аналитичното решение е с програмата SOLVIA. Стеблото на шайбата е моделирано с различен размер на мрежата от “крайни елементи” – 20,10 и 5cm, респ. модели M1C, M2C и M3C.

За трите модела е проведен нелинеен статичен анализ (push-over analysis).

За модел M2C е проведен нелинеен цикличен анализ (cyclic push-over analysis).

За модели M2C и M3C е проведен нелинеен динамичен анализ (time-history analysis) с представяне на сеизмичното въздействие с акселерограма.

В края на първата част са направени **заключения**, някои от които са много ценни за практиката като например:

- оценката на капацитета на стената, изразен чрез максималната срязваща сила в основата, може сравнително лесно и бързо да се направи чрез нелинеен статичен анализ (push-over analysis);

- моделът с най-гъста мрежа “крайни елементи” представя най-добре местоположението и формата на пукнатините в бетона.

Втората част от проекта “BENCHMARK CASH” включва числено моделиране и анализ на реагирането на 4-етажна двуотворна смесена система, състояща се от стоманобетонна шайба и рамкова конструкция. Разгледани са два варианта:

- “регулярна” конструкция;
- “нерегулярна” конструкция, при която е премахнато стеблото на шайбата на третия етаж.

Варира се и с количеството на напречната армировка в шайбата, която е повече в “нерегулярната” конструкция. Изследвано е и влиянието на опънната якост на бетона.

По-важните **заклучения** в тази част за практиката са:

- капацитетът на регулярната конструкция надхвърля с около 50% капацитета на регулярната конструкция;

- намаляването на опънната якост на бетона редуцира с около 20% капацитета на срязване, но не влияе върху дуктилното поведение на конструкцията;

- количеството на напречната армировка влияе значително както върху капацитета на срязване, така и върху дуктилното поведение на конструкцията.

В Глава 3 “**Сеизмично реагиране на реални стоманобетонни конструкции**” се сравнява сеизмичното реагиране на две реални стоманобетонни конструкции – регулярна и нерегулярна в план. За определяне на сеизмичното реагиране се прилага “Методът на Капацитивния Спектър” (Capacity Spectrum Method). За анализа се използва програмата ETABS. Приложени са 3 **модела**:

- “фибров” модел за представяне на армировката – модел M1R;
- детайлно въвеждане на разположението на армировката – модел M2R;
- директно отчитане на материалната нелинейност – модел M3R

За капацитетната крива (зависимостта “спектрално преместване – спектрално ускорение”) е приета билинейна апроксимация.

Конструкциите са изследвани за “Максимално Земно Ускорение” (PGA – peak ground acceleration):

- 0.32g за района на София с период на повтаряемост 1000 години;
- 0.60g с период на повтаряемост 8500 години.

Изследва се **влиянието** на класа на натиск на бетона, увеличаването на надлъжната армировка и регулярността в план (премахва се една крайна шайба) и регулярността по височина (намалява се сечението на колоните в четвъртия етаж).

По-важните **заклучения** за практиката от тази глава са:

- увеличението с 50% на надлъжната армировка влияе най-много върху сеизмичният капацитет;

- увеличението на класа на натиск на бетона влияе минимално на коравината за сметка на намалено крайно преместване на конструкцията.

В Глава 4 “**Уязвимост на конструктивни системи при сеизмични въздействия**” се оценява сеизмичният риск за една конструкция чрез т.н. “**криви на уязвимост**”

(fragility curves). Дефинират се 5 “нива на повреди” (damage states - ds) за конструкцията на сгради : ds0-без повреди, ds1-леки, ds2-средни, ds3 – тежки и ds4-разрушение. Това е по-често използвания в световната практика подход за дефиниране на нивата на повреди.

За референтен параметър за сеизмичното реагиране на конструкцията е избрана т.н. “точка на поведение” (performance point) d_p .

Стандартното отклонение на “кривите за уязвимост” β може да се приеме таблично, например от данните в проекта HAZUS, прилаган в САЩ. В дисертацията е използван емпиричен подход чрез формули за всяко “ниво на повреда”. Установява се, че при този подход стойностите зависят определено от граничния капацитет на конструкцията (дуктилността по премествания).

Представени са кривите на уязвимост за изчислителните модели M1R, M2R и M3R. Изследването на нерегулярната конструкция показва, че най-голяма е вероятността да възникнат “средни” повреди (ds2) – (52-54)% за моделите M1R и M3R.

В Глава 5 “Научни и научно-приложни приноси” са представени основните изводи от дисертационния труд и 7 научни и научно-приложни приноса. Опитът ми от оценката на други дисертационни трудове показва, че в заключителната глава се дават също намеренията за бъдещи изследвания в посоката на тематиката на дисертацията, което тук липсва.

4.2. Приноси (научни, научно приложни, приложни)

Приемам претенциите за приноси на докторанта без забележки.

4.3. Оценки на личния принос на докторанта

Представените 7 публикации са съавторски с научния му ръководител. Приемам, че участието на докторанта в тези публикации е равно със съавтора.

5. Критични бележки и препоръки

Към представения ми за становище труд могат да се направят следните посъществени **забележки и препоръки**:

1. Представената **литературна справка** включва 53 източника. Всички са на автори от чужбина на английски език. Има изследвания по тематиката на дисертацията от български изследователи, които е редно да се включат. В този смисъл една първа глава “Литературен обзор” с анализ на българските и световни постижения би била полезна.

2. В текста на места се използват не съвсем ясни термини, които имат съответен български еквивалент. Например:

- “сензитивност” вместо “чувствителност”;
- “имплицитно” вместо “подразбиращо се”;
- “постулиране” вместо “дефиниране” и др.

Използват се на места нетипични за конструктивната терминология определения като например “огъвна армировка” за армировката в шайбата, “кораво поведение на фундаментната плоча” и др..

3. В Глава 3 е изследвана стоманобетонната конструкция на жилищна сграда, “**оразмерена по съвременни сеизмични норми**”. Редно е да се уточни по кои норми е проведен анализа? От дадения клас на бетона B20 може да се заключи, че това не са

нормите от 2102год., тъй като съгласно Наредба №РД-02-20-2 минималният клас на бетона за шайби е В25. Най-вероятно е оразмеряването и конструирането да е по “Нормите за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони” от 1987год., за които е известно, че имаха редица недостатъци. Например в тези норми не се проверяваше регулярността на конструкцията в план и по височина.

6. Лични впечатления

Познавам докторанта **инж. Александър Илиев** от участието му с доклад, съвместно с научния му ръководител, на 2-та Научно - Приложна конференция с международно участие “Стоманобетонни конструкции – теория и практика” УАСГ 2017. Докладът предизвика голям интерес и оживена дискусия.

Прави много добро впечатление точното спазване на сроковете за изготвяне на докторантурата.

Представеният дисертационен труд е напълно завършен и го определям като едно от най-задълбочените изследвания през последните години, които са ми представяни за рецензиране или становище.

Авторефератът също е много добре оформен и обективно отразява работата.

7. Заключение

Имайки предвид гореизложеното, напълно убедено ще гласувам на **инж. Александър Илиев Илиев** да бъде присвоена образователна и научна степен “**доктор**” по научна специалност “Механика на деформируемостта твърдо тяло”.

София, 04.2018год.

Член на журито:.....
/проф. д-р инж. **Димитър С. Димитров**/