



Рецензия

на дисертация за получаване на образователна и научна степен „доктор“ по специалност „Механика на деформируемост твърдо тяло“

на тема „Уязвимост на конструктивни системи при сеизмични въздействия“

докторант: инж.Александър Илиев Илиев

научен ръководител: доц. д-р инж. Димитър Дечков Стефанов

Рецензент: доц. д-р инж. Марин Костов Костов,

Департамент „Сеизмично инженерство“, НИГГГ, БАН

1. Характеристика на докторанта:

Инж. Александър Илиев има повече от 10 години стаж като строителен инженер, от които 5 години в Риск Инженеринг АД. В последните 4 години е докторант в БАН, НИГГГ, департамент „Сеизмично инженерство“. Участвал е в редица международни проекти по 6-та и 7-ма рамкова програма, например IRIS-Smart Buildings 2005-2010 и Risk-ProtecCI 2010-2013. Преди да започне докторантурата има 17 публикации в съавторство, отпечатани или изнесени пред наши и чужди научни форуми. Александър Илиев има опит в числено моделиране и анализ на сложни динамични процеси, включително сеизмични анализи. Притежава много добра подготовка за CAD и отличен опит за работа с голям брой софтуерни програми като ADINA, ABAQUS, LS-Dyna, SAP и др. Владее руски и английски език.

2. Актуалност:

Темата на докторската работа е значима, независимо от нейното тривиално формулиране. Сеизмичната уязвимост трудно може да бъде окончателно дефинирана, изучена и завършена като научна проблематика. Развитието на строителното инженерство, навлизането на нови методи за строителство, новите материали и повишените изисквания към строителния продукт и сигурност правят темата за сеизмичната уязвимост на сградите не само актуална, но със сигурност тя ще търпи развитие и в бъдеще. Компютърните програми и нарасналите възможности за числено моделиране създават повърхностна представа, че сеизмичният анализ на конструктивните системи и проблемите за сигурността/уязвимостта на конструкциите е разрешен и лесен проблем. В действителност възможностите за числено моделиране на конструкции и материали в гранично състояние, вероятностното дефиниране на натоварване и съпротивителни способности и уязвимост са едва в началото на своето развитие. Дисертационният труд е актуален и нужен за теорията и практиката на сеизмичното инженерство.

3.Преглед на дисертационния труд:

Дисертацията обхваща 112 стр., включително 17 таблици, 150 фигури и 19 уравнения. Използвана литература е от 54 заглавия. Авторските публикации по темата на дисертацията са 7 броя. Дисертацията има пет глави.

Първа глава се занимава с обзора/анализа на проблема в исторически/хронологичен ред, както и с различните методи за анализ на уязвимостта на сградите. Темата е много широка, би могло много да се дискутира и анализира по методите и използваните литературни източници, както и по отношение на историческите аспекти на проблема. Методите, използвани за анализ на уязвимостта на критични съоръжения от началото на миналия век (главно мостове и язовирни стени), са поставили началото на тази проблематика. През 60-те години силен тласък в развитието на методите за анализ на риска и уязвимостта на конструкциите се прави от ядрената индустрия поради необходимостта от изграждане на съоръжения с голяма надеждност. През 70-те години методите, разработени за ядрената индустрия, се пренасят и в цивилното строителство, започва широко прилагане на статистически и вероятностни методи за оценка на групи (типове) сгради, особено за целите на застраховането и превенцията/подготовката за бедствия. Тези анализи са началото на обзора в дисертацията. Разделянето, групирането и оценката на методите са направени правилно и с разбиране на тяхната полезност и приложимост. Тази глава завършва с дефиниране на обхвата на дисертацията. Всъщност дисертантът е определил, че ще използва аналитични методи за анализ на уязвимостта, но не дефинира кои конструктивни системи ще бъдат подложени на анализ. Целите на дисертацията са формулирани така:

- Изследване на различни подходи за анализиране на строителни конструкции, базирани на метода на крайните елементи и определяне на влиянието им върху сеизмичната оценка;
- Изследване на важни моделни характеристики върху предсказване на сеизмично индуцираните повреди, като например гъстотата на мрежата от крайни елементи, различните деформационни характеристики и др.;
- Изследване на сеизмичното реагиране на съвременни стоманобетонни конструкции, широко разпространени в съвременната строителната практика на България;
- Изследване на важни конструктивни характеристики като нерегулярността в план и по височина върху конструктивния капацитет и реагиране;
- Вероятностно дефиниране на сеизмичната уязвимост на изследваните конструкции, т.н. криви на уязвимост.

Дисертантът твърди, че ще изследва четири типа конструкции. В действителност са изследвани четири конструкции - трудно може да се твърди, че те са типологични, т.е. представляват определен тип конструкции. В същност става въпрос за четири стоманобетонни конструкции, които не изчерпват и не могат да представляват „конструктивните системи” въобще. В действителност, изследваните конструкции са частни случаи, но те са достатъчни за демонстриране на целите на дисертационния труд.

Избрани са статични нелинейни методи, което допълнително стеснява приложимостта на изводите от анализите, без да намалява значително тяхната стойност.

Във втора глава са представени нелинейни анализи на една специфична едноетажна шайба със специално подбрани размери, натоварване и армиране за симулиране на разрушение при срязване. Шайбата е анализирана аналитично и експериментално в рамките на международен проект. Резултатите (капацитивна крива, механизъм на разрушение) от експеримента и анализа са с добро съвпадение. Разлики се получават основно в падащия клон на капацитивната крива, където използваното моделиране и софтуер не може да даде по-добри резултати (подобни анализи с подобни модели и същия софтуер и почти същия резултат са провеждани 25 години по-рано от ръководителя на докторанта). Направен е анализ на

влиянието на гъстотата на мрежата от крайни елементи и логично е направен извод, че най-гъстата мрежа води до най-добро представяне на детайли от повредите, но има и най-големи числени проблеми. Допълнително, числено са анализирани две обрамчени многоетажни шайби, една регулярна и една нерегулярна по височина. Получени са капацитивни криви. Установено е, съвсем очаквано, че нерегулярността води до намаляване на капацитета, а увеличаването на напречната армировка – увеличава капацитета.

Трета глава представя линейно и нелинейно изследване на две сгради, носеща конструкция от стоманобетонни рамки и шайби. Сградите са изследвани пространствено, определени са пространствени собствени форми и капацитивни криви в две хоризонтални посоки. Както е известно, пространственото моделиране на сградите има малки преимущества при прилагането на опростени нелинейни методи, то е по-скоро проблем – ротациите и пространственото реагиране трудно се апроксимират с реагиране на нелинеен осцилатор, каквато всъщност е основната идея на прилагания метод. Сградите са оразмерени по „съвременни сеизмични норми“, най-вероятно българските норми. Капацитивните криви в двете посоки показват явно влияние на ротациите около вертикална ос. Определена е точката на поведение (performance point) за първата от сградите, като са използвани указанията на ATC40 и FEMA440. Каква е целта на определянето на точката на поведение не може да се установи. Извършено е параметрично изследване за влиянието на якостта на бетона, степента на армиране и нерегулярностите в план и по височина за втората сграда.

Четвърта глава представя начин за изчисляване на криви на уязвимост. Независимо от противоречивите обяснения, всъщност е предложена класическа схема за изчисляване на криви на уязвимост за 5 постулирани степени на повреди (от степен «без повреди» до «пълно разрушаване»). Кривите на уязвимост са моделирани чрез кумулативна лог-нормална функция на разпределение. Медианните стойности са отчетени от билинейни капацитетни криви за постулирани проценти от еластичното/граничното преместване, а дисперсия е приета като функция на **дуктилността** по преместване. Интензивността на сеизмичното въздействие е представена чрез спектрално преместване. За анализираните в предходните глави 4 конструкции са изчислени и представени графично криви на уязвимост за постулираните нива на повреди. Забележително е, че за една и съща конструкция са представени по няколко различни криви на уязвимост в зависимост от различията в моделите. Обикновено една конкретна конструкция се характеризира с една определена крива на уязвимост за дадено ниво на повреди, а различията от моделирането се отразяват в дисперсията (моделна несигурност). Интересно е също, че не се прави разлика между разпределение на повредите в една сграда и разпределение на повредите в група сгради от един тип.

Пета глава е посветена на изводи и научно-приложни приноси. Обобщено е, че поставените цели на дисертацията, са до голяма степен постигнати.

4. Научно-приложни приноси

Докторантът е формулирал седем научно приложни приноса. Независимо, че са изследвани четири конкретни конструкции, които не са типични представители, изводите са с претенции за общовалидност, което не мога да приема. За зидани конструкции, стоманени конструкции, предварително напрегнати конструкции, земно-насипни конструкции, тунели, мостове, кули, високи сгради, язовири и т.н. изводите не са непременно валидни.

Първата претенция за принос е за установеното влияние на гъстотата на мрежата крайни елементи върху детайлността на изчисленото напрегнато-деформирано състояние. Докторантът е потвърдил с моделите и анализите си известен факт, т.е. с разработени от него числени модели са получени резултати, потвърдени от експеримент. Подобни резултати и

изводи са правени многократно. Препоръки за гъстота на мрежата, в зависимост от вида на товарване, геометрия и т.н. се намират в редица учебници по числени методи в механиката, както и в ръководства за използване на компютърни програми.

Втори принос: „Въз основа на проведените анализи са направени препоръки за приложимостта на съвременна методология, прилагана в САЩ и Европа за определянето на сеизмичната уязвимост на строителни конструкции, базирана на нелинейни статични процедури и метода на капацитивния спектър”. Този принос е много общо формулиран и няма основание да бъде приет. Философията на капацитивното проектиране е залегнала в евро-нормите, т.е. и в нашите норми за проектиране в сеизмични райони.

Трети принос е формулиран по интересен начин: „ За пръв път у нас са дефинирани относителните вероятности за достигане на четири нива на повреди, във вид на криви на уязвимост, чрез нелинейни аналитични процедури, базирани на метода на крайните елементи за регулярна и нерегулярна стоманобетонна конструкция, проектирани и построени в Р.България .” Действително за въпросните две конкретни конструкции, криви на уязвимост се дефинират навярно за първи път.

Четвърти принос набляга на „методология за определяне на дискретни вероятности за повреди”, които биха помогнали за по-добра оценка на сеизмичния риск. Този принос не мога да приема. Кривите на уязвимост, моделирани чрез кумулативна лог-нормална функция на разпределение са непрекъснати, а не дискретни. Избраните нива на повреди са постулирани и не са доказани с никакви експериментални данни (данни от наблюдавани повреди при земетресения). Не е известно дали тези криви могат да подобрят оценките на сеизмичния риск в България.

Пети принос: степента на напречното армиране влияе върху сеизмичния капацитет на стоманобетонните стени (елементи). Този извод е напълно верен и потвърден от многобройни експерименти в последните 50 години. Докторантът самостоятелно е разработил числени модели и е потвърдил с анализите си този безспорен факт. Интересно би било да се изследва влиянието на прекомерното армиране.

Шести принос е формулиран по начин, който не позволява еднозначна преценка. От една страна се твърди, че несигурностите в оценката на функцията на уязвимост не зависят от капацитета на конструкциите, от друга страна са използвани оценки на несигурностите чрез функции, зависеща от дуктилността по преместване. Изглежда докторантът предпочита, т.е. дава превес на оценки на несигурностите в уязвимостта чрез дуктилност по преместване.

Седми принос: нерегулярностите имат отрицателно влияние върху сеизмичния капацитет на сградите. Този извод е верен и общоприет. Докторантът е разработил модели и извършил анализи на конкретни конструкции, които потвърждават този извод.

Най-съществените приноси на докторанта са в глава втора, където са извършени нелинейни анализи на конкретна стоманобетонна стена, като изчисленията на докторанта са потвърдени до голяма степен качествено и количествено от експеримент.

Общо може да се отбележи, че докторантът е потвърдил/обогатил съществуващи знания, теории и методики и чрез прилагане на съществуващи научни методи в инженерната практика.

5.Описание и оценка на предоставените материали

Докторантът е представил за рецензиране дисертационен труд, автореферат и 7 публикации/доклади от конференции в България. Докладите отразяват резултатите от изследванията във втора, трета и четвърта глава на дисертацията.

Като цяло, независимо от правописните грешки, езикът на дисертацията е ясен и разбираем. Би могло да се подобри значително цитирането на литературните източници. Графичните изображения са с добро качество. Изводите следват от изложението в текста. Структурирането на дисертацията и на публикациите е добро и следва логиката на изследването.

Представените седем публикации, отразяващи направените анализи в дисертацията, са изложени пред научната общност в последните 3 години, т.е. основните анализи и изводи на дисертацията са преминали през някакъв етап на обсъждане и публична научна преценка, което говори добре за подхода, избрани от дисертанта и научния му ръководител. Два доклада са изнесени на 7ма международна конференция „Образование, наука и иновации 2017“, два доклада са изнесени на международната научна конференция на ВСУ (съответно 2015 и 2017г), един доклад е изнесен на Първа научно-приложна конференция с международно участие „Стоманобетонни конструкции - теория и практика“ - 2015г, една публикация е в списание „Механика, Транспорт, Комуникации“ - 2017г, една публикация е в годишника на УАСГ – 2017г.

Авторефератът отразява правилно извършените анализи, избраните методики, достигнатите резултати.

Не са ми известни цитати в наши и чужди издания на публикациите/докладите на докторанта по темата на дисертацията.

6.Критични бележки

Основна критика към докторанта е използването на прекалено общи изводи, формулировки и претенции, които не са подплатени с действително извършени анализи. Представените в три глави сеизмични анализи на 4 конструкции не дават основание да се направят изводи за „уязвимостта на конструктивните системи при сеизмични въздействия“. Прилаганите методи са само част от инструментариума на сеизмичното инженерство, при това нито най-добрите, нито най-модерните.

Втора критична бележка е липсата на цитати в твърдения, които очевидно не са резултат на собствени анализи. Липсата на цитати от български автори е учудваща, не са цитирани даже публикациите по темата на ръководителя на докторанта. Участието на български колектив в RISK-UE не се разбира никак, независимо, че този проект е използван от дисертанта интензивно и личи следването на използваните там подходи.

Третата критична бележка е свързана с многобройните печатни грешки, включително в съдържанието и заглавията на раздели. Те не са критични за разбирането на дисертацията, но създават впечатление на незаинтересованост от точния научен изказ.

7.Заклучение

Имайки предвид представената дисертация, автореферат и научните публикации/доклади считам, че инж.Александър Илиев има качества, за да придобие образователна и научна степен „доктор“. Аргументите за това са следните:

1.Докторантът притежава задълбочени знания в областта на сеизмичното инженерство и демонстрира способност да прилага тези знания самостоятелно.

2.Научните приноси на докторантът се заключават в потвърждение чрез самостоятелно разработени модели и проведени анализи на известни научни знания.

3.Резултатите от дисертацията са публикувани в 5 доклада от научни конференции и 2 публикации в научни списания.

Препоръчвам на уважаемото научно жури да предложи на научния съвет на НИГГГ да присъди на инж.Александър Илиев образователна и научна степен „Доктор“.

Рецензент:

Марин Костов

5.4.2017, София