

РЕЦЕНЗИЯ

от доцент д-р инж. Елена Николова Васева,

Национален Институт по геофизика, геодезия и география при БАН

Департамент Сеизмично инженерство

На дисертационния труд “ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ СЕИЗМИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА ОБРАМЧЕНИ ЗИДАРИИ ”, разработен от инж. Дария Милчева Михалева, докторант на самостоятелна подготовка към катедра “Строителство на сгради и съоръжения ”, при ВСУ Черноризец Храбър с научен ръководител Проф. Д-р инж. Никола Игнатиев за придобиване на образователна и научна степен **ДОКТОР** по научна специалност 02.15.04 “Строителни конструкции”

Рецензията е изготвена в съответствие с изискванията, дадени в чл.49 (1) на Инstrukция №6 на ВСУ Черноризец Храбър към Нрадеба №3 съгласно Закона за развитие на академичния състав.

Представеният за рецензиране дисертационен труд се състои от четири глави, списък на публикациите, списък на приносите на докторантката и литературна справка, която включва 174 заглавия. Дисертацията е разработна на 140 страници с богат илюстративен материал, 153 графики от които 141 цветни графики и 39 таблици.

1.Актуалност и значимост на разработвания проблем

В дисертационния труд се разглежда актуален проблем, свързан със сеизмично осигуряване на един тип конструктивни системи, които масово се използват в строителната практика у нас и в други Европейски страни като Гърция, Италия, също Турция и други страни от Балканския регион, а именно стоманобетонни рамкови конструкции със зидария с етажност обикновено до 5 етажа. Независимо от широкото им изпълнение сравнително малко са

нормативните документи, в които са дадени препоръки за тяхното моделиране и отчитане на приноса на зидарията към поведението на цялата конструкция при сеизмично въздействие. Най-често при проектирането на този тип конструкции не се взема под внимание пълнежната зидария и не се отчита влиянието ѝ върху коравината, носимоспособността и разсейването на енергия в конструкцията. В новите Евронорми EN1998-1 т. 4.3.6 са дадени някои по-обща препоръки. Поведението на тухлената зидария и обрамчващата рамка при знакопроменливи сеизмични въздействия е свързано с редица особености, като деградация на коравината на зидарията, взаимодействие между два материала стоманобетон и зидария с различни деформационни характеристики и различна дуктилност, промяна на размерите на контактната зона на взаимодействие между зидарията и стоманобетонната рамка, влиянието на зидарията върху сеизмичното поведение на разглежданите конструкции като цяло. Поради специфичното поведение на обрамчената зидария при знакопроменливо сеизмично натоварване се налага извършване на нелинеен анализ с подходящо моделиране на пълнежната зидария, отчитайки влиянието на редица параметри. Ето защо в последните години доста изследователи се насочиха към изследвания както експериментални, така и числени върху поведението на обрамчената зидария при сеизмични въздействия прилагайки съвременните възможности на компютърната техника и софтуер.

В глава първа е представен задълбочен обзор на съвременните изследвания, който включва широк кръг от въпроси, свързани с разглежданата тема на докторантурата. Последователно са разгледани физичните характеристики на тухли, разтвор и зидария съгласно НПССЗР-2007, НПЗК-86 и EN 1996-1-1. Специално внимание е отделено на предлаганите в литературата експериментално получени зависимости напрежение-деформация за тухли, разтвори и зидария и поведението на зидарията при циклично натоварване с характерните форми на разрушение. Направен е критичен и сравнителен анализ на проведени числени моделирания на обрамчени зидарии –

микромоделни -13 броя и макромоделни -18, и възможните механизми на разрушение, като по-голямо внимание е отделено на получени резултати от експериментални изследвания на стоманобетонни рамки с пълнежна зидария с оглед използване на някои от тях в самия дисертационен труд. Докторантката е успяла да събере голям брой съвременни източници от проведени натурни динамични изследвания. Литературният обзор включва над 170 източника.

Доброто познаване на съвременното състояние на изследвания проблем е позволило на докторантката да формулира ясно целите, които си поставя и да обоснове убедително начините за тяхното постигане. Докторантката е избрала и предлага много добър подход за моделиране на оброчената зидария – първоначално с прилагане на метода на крайните елементи, моделирайки както тухлите, така и разтвора, и процедура за получаване на скелетната крива на оброчената зидария, позволяваща отчитане на деградацията на коравината, която представлява определен научен принос и позволява извършване на нелинеен анализ. С оглед практическо приложение при проектиране предлага и прътов модел с характеристики, определени на базата на предишния анализ с крайни елементи. За решаване на тази комплексна задача са необходими както отлични инженерни познания, така също и добри компютърни умения, прилагане на сложни софтуерни продукти за нелинеен анализ, каквито несъмнено докторантката притежава.

2. Дисертационният труд е добре структуриран. Основните теоретични изследвания са отразени във втора глава, като най-напред докторантката се спира върху построяване на конститутивните зависимости напрежения – деформация за зидария при различни марки на якост на тухлите и разтвора като са разгледани девет комбинации. Направени са важни инженерни изводи относно влиянието на марката на тухлите и разтвора върху модула на еластичност и якостта на натиск на зидарията.

С оглед оценка сеизмичната осигуреност на сгради с обрaмченa зидария са възможни два метода на нелинеен анализ – нелинеен динамичен анализ във времето с използване на хистерезисни модели и нелинеен статичен анализ. Докторантката правилно се спира на втория метод с оглед неговата по-голяма практическа насоченост и приложимост. Нелинейният статичен анализ широко се използва в съвременното сеизмично инженерство и той е един от основните и препоръчани методи в Еврокод 8 част 3 “Усилване на сгради”. Основна стъпка за прилагане на този метод е построяване на скелетната крива на обрaмченa зидария– обвивната крива на определени характерни зони от хистерезисните модели. Хистерезисните модели се строят на базата на множество натурни експериментални изследвания. Липсата на натурни експерименти е удачно компенсирана с оригинални и задълбочени числени изследвания с помощта на разработен изчислителен модел с метода на крайните елементи на стената от обрaмченa зидария, моделирайки тухлите, разтвора, връзката между тях и рамката с подходящи елементи. Варирани са редица параметри (физични и геометрични) както на зидарията, така и на обрaмчващата конструкция, на връзката между тях при определяне на напрегнатото състояние на зидарията, на максималната хоризонтална сила, силата при пукнатинообразуване и съответните премествания. Представените зависимости за огъващите моменти и напречни сили, ефективните напрежения и пукнатинообразуването на цветни графики както и в таблична форма дават ясна представа за влиянието на различните параметри и улесняват направените важни изводи относно дуктилността, коефициента на поведение на обрaмченa зидария. Последният варира в граници от 2.2 до 2-8 и отговаря на стойностите, препоръчани в EN 1998-1. От инженерна гледна точка интерес представлява сравнителния анализ представен във вид на работни диаграми и хистограми за носимоспособностите на рамка със и без пълнежна зидария. Избраните модели на къса, квадратна и дълга стена обхващат най-често срещаните случаи. Умело са отчетени контактните взаимодействия между тухлите и

разтвора, променящата се конфигурация на пукнатините по фугите. Докторантката проявява инженерна ерудиция и изключителен изследователски усет при провеждане на сравнителния анализ и съставяне на зависимостите за скелетната крива.

Проведените праметрични изследвания в глава 3-та на изчислителни модели с различни размери на стените и данните от подходящи експериментални изследвания, взети от литературни източници дават много полезна и важна информация за възможните механизми на разрушение. Направен е подробен анализ на възможната поява на пукнатини и сравнение с наличните експериментални данни. Тези резултати могат да се използват както при проектиране, така и при други изследвания на този тип конструкции

Съществен научно-приложен принос на докторантката е предложението в глава IV-та на дисертацията метод за моделиране на оброчената зидария с три прътов модел. Предложението макромодел е подобен на някои от моделите, подробно изложени в обзора, но параметричните изследвания, проведени от докторантката в предишните две глави са дали възможност за доста по-обосновано дефиниране на параметрите на този макромодел. Изведени са зависимости за ефективните ширини на заместващите пръти. Доброто съвпадение на резултатите с тези от модела с крайни елементи дава възможност за провеждане на параметрични изследвания за поведението на рамка и рамка със зидария чрез построяване на капацитивните криви при нелинеен статичен анализ при монотонно увеличаващ се хоризонтален товар. Построени са капацитивните криви за трите модела – тясна, квадратна и дълга стена при различни комбинации на марките на тухли и разтвор. Различните стъпки в процеса на натоварване са цветно илюстрирани и ясно са показани различните промени в напрегнато деформираното състояние на стените. Прилагането на този опростен модел е особено подходящ при

моделиране и анализ на пространствени конструкции и ще намери реално приложение при проектиране на конструкции с обрaмчени зидарии.

3. Приносите на докторантката са прецизно и коректно формулирани. Дисертацията е разработена под ръководството на един от най-добрите учени у нас в областта на сеизмичното инженерство и докторантката е получила своята образователна подготовка и изследователски умения на много високо научно ниво. Всички приноси в дисертационния труд са лично дело на докторантката. При разработване на дисертацията инж. Михалева е проявила ерудиция, задълбоченост в проведените числени изследвания, изследователски умения да анализира и интерпретира получените резултати и това личи както в дисертацията, така и в представените публикации към нея. Представени са 2 самостоятелни публикации и една в съавторство с ръководителя на дисертационния труд.

4. Проблемът за сеизмичната осигурност на обрaмчена зидария има изключително значение за строителната практика у нас и в другите Европейски страни. Предлагаият подход за моделиране на зидарията може да бъде приложен в съвременната проектантска практика. Резултати от извършените сравнителни изследвания с проведени експерименти и получените скелетни криви са от значение и за провеждане на по-нататъшни научни изследвания в тази област. Резултати от този дисертационен труд имат отношение и към още един важен за строителната практика проблем, свързан с усилване и възстановяване на съществуващи сгради, много от които са стоманобетонни конструкции. Проведените изследвания са в съответствие и с набелязаната програма за бъдещо развитие на Европейските норми за сеизмично осигуряване в периода 2010-2013 г., сред чиито приоритети е разработване на методи за усилване и възстановяване на сгради с рамкови конструкции с пълнежни зидани стени.

5. Авторефератът отразява напълно съдържанието на дисертацията. Обемът е малко по-голям, но това според рецензента е продиктувано от естеството и значимостта на проведените изследвания и с оглед получаването на по-голяма яснота и прегледност на получените резултати .

6. В текста са допуснати някои несъществени редакционни пропуски, които съм отбелязала на съответните места. Има дублиране на някои фигури като фиг. I.28 и фиг. II.4; фиг. III.9 и фиг. III.12; фиг. I.23 и фиг. III.15, което е направено вероятно за по-голяма яснота на изложението. Като цяло дисертацията е оформена изключително добре. Цветните графики правят изложението много по-ясно и прегледно.

Получените резултати са с висока научна стойност, те ще представляват интерес за научната общност както у нас, така и в други страни и препоръчвам на докторантката тези резултати да бъдат публикувани и в подходящи списания.

7. Изследванията могат да продължат и в областта на нерегулярни стоманобетонни конструкции с оброчна зидария с моделирането им като пространствени модели и прилагането на разработения опростен модел, както и в провеждането на сравнителни изследвания с използване на нелинеен динамичен анализ във времето с различни записи на земетресения.

Заклучение

Постигнатите резултати в дисертационния труд показват задълбочените инженерни познания и натрупания изследователски опит от докторантката в една сложна интердисциплинарна област на строителната наука, каквато се явява сеизмичното инженерство. Получените научно-приложни резултати са свързани с подобряване сеизмичната осигуреност на определен клас широко използвани у нас конструктивни системи, каквито са оброчените зидарии и са пряко свързани с прилагане на основните съвременни тенденции, дадени в

Европейските норми за сеизмично осигуряване. Приносите са прецизно и коректно формулирани. Пълнотата на изложението и високата степен на готовност за непосредствено приложение в проектирането недвусмислено показват достойнствата на дисертационния труд.

Всичко това ми дава основание да препоръчам присъждането на **научната степен “доктор”** на автора на дисертационния труд инж. Дария Милчева Михалева.

3 Май 2011 г.

Доцент д-р инж. Елена Васева