



РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Димитър Николов Тошев

върху представения дисертационен труд на инж. Антон Дойчинов Ценков, озаглавен “Нелинеен статичен и сеизмичен анализ на бетонни дъгови язовирни стени” за получаване на образователна и научна степен “Доктор”.

1. Кратки биографични и професионални данни за автора

Инж. Антон Дойчинов Ценков е роден на 24.09.1965 г. в София. През 1985 г. след завършване на средно образование постъпва във ВИАС специалност “Хидротехническо строителство”, която завършва през 1990 г. с успех мн.добър (5,41) от следването и отличен (5,50) от Държавния изпит. През 2001 г. специализира в Канада – Университет Карлтън, гр. Отава, където придобива специалност Магистър на науките, строително инженерство.

През периода 1992 – 2001 г. работи като проектант в „Енергопроект”, направление “Хидроенергетика”, където участва в проектиране и числено моделиране на язовирни стени у нас и в чужбина.

През 2004 г. е зачислен на задочен докторант към ИВП при БАН с научен ръководител проф. Стоян Григоров по научна специалност 02.15.07 “Хидротехническо строителство” за срок от 4 години. През този период докторантът полага всички изпити по индивидуалния му план и представя част от дисертационни си труд. През 2008 г. е отчислен с право на защита.

В периода 2002 – 2008 г. работи на длъжност водещ проектант в “Енергопроект – Хидроенергетика” ООД, София, а от 2009 г. е водещ проектант в STUCKY SA, Швейцария.

През целия си трудов стаж инж. Ценков провежда статични и сеизмични анализи по МКЕ за язовирни стени у нас и в Турция, Грузия, Швейцария, Алжир, ЮАР, Иран, Испания, Канада и др. Изявил се е като специалист в статичен и сеизмичен анализ по МКЕ на бетонни дъгови, бетонни гравитационни, земни и каменнонаситни язовирни стени и други хидротехнически съоръжения. Член е на Швейцарския комитет по големите язовири.

2. Актуалност на дисертационния труд.

Сеизмичната осигуреност на язовирните стени, нови и вече изградени, е проблем от значимо икономическо и стопанство значение. Ежегодно на международни форуми се разглеждат случаи на земетръсни явления и оценка на сеизмичния риск на язовирните стени. Към МКГЯ е създаден и интензивно работи технически комитет по „Сеизмични аспекти на язовирите”.

В частност, 98% от територията на Р.България попада в зони, за които се изисква земетръсно осигуряване. На ход у нас е изготвяне на технически паспорти на язовирите с доклади от обследване, където трябва да се преоцени сеизмичния hazard и да се направи, съгласно чл. 169, ал. 1-3 от ЗУТ, проверка на якостта и устойчивостта на съоръженията при земетръс. Голяма част от изградените над 2000 язовирни стени са подложени на сеизмична опасност.

Известно е, че при линейно еластична зависимост между напрежения и деформация се получават нереалистични резултати, нещо повече, отчитането само на геометричните изменения в процеса на натоварване също са нереалистични. Само при пълен статичен и сеизмичен анализ с отчитане на всички видове нелинейности (геометрична и на материала) могат да се получат правдоподобни резултати. С оглед на това опитът на дисертанта в областта на числените изследвания, предложената от него методика и получените резултати са твърде актуални и приложими в нашата хидротехническа практика. Именно това прави настоящият дисертационен труд изключително актуален и значимостта на третираните проблеми е безспорна.

3. Съдържание на дисертационни труд.

Дисертационният труд съдържа общо 191 страници, от които 107 броя фигури, 3 бр. таблици и библиография – 5 страници. Структуриран е в 7 глави, както следва:

Гл. 1 – Увод (7 стр.);

Гл. 2 – Литературен обзор (27 стр.);

Гл. 3 – Нелинеен модел на контракционни фуги (18 стр.);

Гл. 4 – Нелинеен модел на масов бетон (37 стр.);

Гл. 5 – Числено формулиране (24 стр.);

Гл. 6 – Числен пример (70 стр.);

Гл. 7 – Заключение и препоръки (3 стр.);

4. Осведоменост на докторанта по проблема и цел на научното изследване.

Представената библиография от 69 публикации, от които една на френски, а останалите на английски език е показател за осведоменост на докторанта върху поведението на дъгови стени при земетръс, поява на пукнатини, замонолитване и работа на контракционните фуги, конститутивни закони на деформиране на бетона, методи за линеен и нелинеен числен анализ на дъговата конструкция и др.

В уводната част авторът дава типични примери на сеизмично поведение на високи язовирни стени "Rasoima" – Калифорния и "Big Tujunga", "Ambiesta" – Италия, "Ertan" – Китай и прави изводи за отваряне на фуги, необратими премествания във върхната част на стената, напукване в хоризонтално и вертикално направление, както и прави важният извод, че дъговите стени понасят

без сериозни повреди силни земетресения, което се обяснява с тяхната висока статическа неопределимост.

Целите на научното изследване в дисертацията са ясно формулирани - да се изготвят числени модели по МКЕ за динамичен анализ на бетонни дъгови язовирни стени с отчитане на нелинейното поведение на бетона, отваряне, затваряне и приплъзване в контракционни фуги, поява на пукнатини в бетона и да се създаде компютърна програма за оценка на сеизмичното реагиране на дъговите стени.

На базата на наличните изследвания с отчитане на нелинейности (геометрична или физична) авторът си поставя единствено правилната задача да обхване в един продукт процеса на геометричното изменение на конструкцията по време на натоварване, отваряне и затваряне на фуги, пластични зони и поява на пукнатини в основната фуга и по работни граници.

Трябва да се отбележи, че дисертантът се е справил успешно с анализа на цитираните литературните източници, който впрочем минава като червена нишка в целия труд и много пунктуално, стъпка по стъпка, е развил в научното изследване. Прави впечатление обаче, че не са цитирани публикации на български автори, както и не се прави оценка на развитието на третираните проблеми в България.

5. Методика на изследванията.

Методиката на изследването се базира на проследяване на строителството и завиряването, представяне на теоретичната постановка и числена реализация на натоварването на дъговата стена с отчитане историята на натоварване (т.н. "пътя на натоварване"). Създадени са нелинеен фугов модел за числено моделиране на преместванията на фугите, модел на пластичност и повреди, конститутивни закони на деформиране и повреди и числен алгоритъм, който е адаптиран към програмна система DIANA. При това дисертанта доразвива теоретичната постановка на нелинейния модел предложен от Wu Li и Faria (2006) [68] и в резултат създава числен модел, като разширение на програмнен пакет DIANA (Displacement ANalyzer), Delft, Netherlands.

Трябва да се отбележи, че този широко известен софтуер е специализиран за язовири и диги. В конкретния случай на бетонна стена има възможност да се моделира линейна и нелинейна еластичност, критерии за пластифициране и разрушение на Mohr-Coulomb и Druker-Prager, модел на разпръснати пукнатини, модели на фуги, статичен и динамичен анализ, поведение на млад бетон, термонапрегнато състояние и др. Това дава на читателя увереност, че настоящите изследвания са поставени на стабилна научна основа и получените резултати са надеждни.

6. Характер на изследванията, достоверност на получените резултати

Условно същинската част на дисертационния труд се съдържа в глави 3, 4, 5 и 6, която може да се раздели на две части. В първата част (гл. 3, 4 и 5) дисертантът предлага числени модели на фуги, пукнатини, бетон, взаимодействие „стена – вода” и алгоритми на численото моделиране на статичния и сеизмичния анализ. Създаден е подобрен фугов модел на базата на ADAP-88, предложен от Noruziaan. С изведените математически зависимости се описва поведението на прилаганите в практиката фуги, без и със щраби (скосени и нескосени). Във втората част (гл.6) е разработен числен пример с приложение на създадените модели в нелинейна постановка.

Нов момент е моделирането на нелинейното деформиране на бетона, което в българската хидротехническа практика досега практически не е прилагано. Направен е успешен опит да се изясняват характеристиките на бетона и неговото поведение на три нива – макро-, мезо- и микро-ниво, при статични и сеизмични въздействия, при едно-, дву- и тримерно състояние на натиск/ опън/ разцепване.

С разгледаните форми на разрушение при отваряне на пукнатини, при срязване и при срязване от усукване се поставя въпроса за явлението дилатанция при срязване на бетона, която силно зависи от зърнометрията на добавъчните материали и от скоростта на срязване. В труда не се дава конкретна информация как и доколко дилатанцията е отчетена и какво е нейното влияние на фона на сравнителния пример с язовирна стена „Morrow Point”.

В труда органически свързани се прилагат Теорията на пластичността (Chen - 1982) и Теорията на механиката на повредите на непрекъснатите среди (Качанов – 1986) за моделиране на поведението на бетона при натоварвания надвишаващи границите на еластичността при циклични натоварвания на крехки материали какъвто е бетонът. Логично конститутивният закон на пластичността, уравнение (4.41), успешно е разделен на три части , „еластична”, „пластична” и „на повредите”, които са три стъпки в реализирането на числения алгоритъм.

В глава 5 „Числено формулиране” авторът успешно съвместява геометричната и физичната нелинейност в основния програмен продукт. Може да се каже, че Глава 5 е най-значимата част от труда, където директно се интегрират уравненията на динамичното равновесие в област време. С въведения критерий, като отношение между текущото и началното нарастване на вътрешната енергия в процеса на итерациите (уравнение 5.51), се осигурява сходимост на итеративното решение. По представената блок-схема числено е извършил итеративната процедура за решаване на нелинейната система.

Базирайки се на литературни данни и на своя опит в числено моделиране на поведението на язовирни стени докторантът прави подходящ избор на типа на крайните елементи за нелинеен анализ на системата „стена – основа - водохранилище” (стената и основата – 20-възлов шестостенен елемент, контракционни фуги и фуги „бетон – скала” – 8+8 възлов фугов елемент с нулева дебелина, контакт „стена – водохранилище” – 8+4 възлов контактен елемент с нулева дебелина и вода в язовира – 8-възлов шестостенен краен елемент).

Важен етап в труда е представеният числен пример за демонстриране на целесъобразността и работоспособността на разработената в предходните глави числена процедура чрез анализ на сеизмичното поведение на дъгова язовирна стена „Morrow Point” с височина 142 м, предмет на научни изследвания на други автори. Намирам, че направеният от докторанта избор е правилен въпреки желанието ми това да беше дъговата стена с двойна кривина „Цанков камък”.

Дискретизационната мрежа на стената, приета от изследването на Fenves [19] се състои от 60114 възела и 20150 крайни елемента. Прието е да се работи само с три контракционни фуги на базата на заключение от изследване на същия автор. Смятам, че при едно сериозно изследване, при което се прави опит за най-пълно доближаване на модела до действителността, не е оправдано да се правят промени в коравината на стената, какъвто е случая със само три фуги.

Прието е наличие на непрекъснатост на ускоренията на флуида и конструкцията при сеизмично въздействие и че водата е несвиваема. За целта към матрицата на масата е добавена „матрица на присъединените маси вода”. Сеизмичното въздействие е зададено с акселерограми по границите на модела на основата.

Намирам, че съществуващите изследвания за дъгова язовирна стена „Morrow Point” са добра възможност за верификация на получените от дисертанта резултати за напрегнатото и деформирано състояние.

7. Приноси и значимост на труда

Дисертантът е представил задълбочено научно изследване върху актуален и сложен за моделиране проблем, поведението на дъговите стени при мощно земетресение, с отчитане на сложното напрегнато състояние на стената, историята на натоварване и нелинейно деформиране на конструкцията.

С това дисертантът се представя като изграден изследовател и проектант на сложни и отговорни хидротехнически съоръжения. Той е първият, който преди години проведе числен анализ, макар и в линейна постановка, на дъговата язовирна стена „Цанков камък”.

Приемам обявените от автора претенции за научни и научно-приложни приноси, които формулирам както следва:

- 1). Основният научно-приложен принос е създаване на числен модел и алгоритъм за анализ по МКЕ на напрегнато и деформирано състояние на бетонни дъгови стени с отчитане на нелинейните ефекти на деформиране.
- 2). Разработен е нелинеен фугов елемент за математично описание на поведението на фугите и модел на пластичните повреди на бетона.
- 3). Численият модел и алгоритъм са верифицирани с анализ на съществуваща дъгова стена.
- 4). Цялостната разработка показва необходимостта от отчитане на всички видове нелинейности при дъговите стени и тяхното определящо влияние върху крайните резултати.

8. Оценка на публикациите свързани с дисертационния труд

Представеният списък на публикации на докторанта съдържа 14 броя, от които 5 самостоятелни. Изцяло по темата на дисертацията върху нелинеен анализ са 3 публикации, една самостоятелна [4] и две в съавторство с David Lau [6 и 7].

Допълнително към тези три публикации бих добавил публикация [3] (самостоятелна) и публикация [8] (в съавторство), посветени на линеен анализ на язовирна стена „Цанков камък“, който е послужил за основа на сравнение и оценка на резултатите.

9. Критични бележки

9.1. Литературният обзор е лишен от информация за нивото на научните и научно приложените изследвания по темата у нас. Смятам, че неправилно в списъка на литературните източници липсват трудове на чл.кор.проф. Ангел Балтов и проф. Мариана Попова от БАН, проф. Господин Господинов и д-р Соня Първанова от УАСГ и други имащи отношение по темата.

9.2. Резултатите от извършения числен анализ за язовирна стена „Morrow Point“ не са коментирани и оценени на фона на тези получени от други автори. На стр. 119 се отбелязва, че „получените резултати потвърждават резултатите, представени в изследванията на Fenves [19]. Би било по-ясно и убедително, ако тези резултати бяха съпоставени. Такова сравнение би могло да даде категорично обяснение за получаваните необичайно високи стойности на опънни напрежения в малки зони на откосите и контакта с основата. Нелинейното решение с отваряне на фуги и нелинейност на бетона демонстрира плавност в разпределението на напреженията, без получаваната при линейния анализ концентрация. Намирам, че това е пропуск, който много лесно можеше да бъде избегнат.

9.3. С разгледаните форми на разрушение при отваряне на пукнатини, при срязване и при срязване от усукване се поставя въпроса за явлението дилатанция при срязване на бетона, която силно зависи от зърнометрията на добавъчните материали и от скоростта на срязване. В труда не се дава конкретна информация как и доколко дилатанцията е отчетена и какво е нейното влияние на фона на сравнителния пример с язовирна стена „Morrow Point“.

10. Лични впечатления

Познавам инж. Ценков като много добър и любознателен студент. Също така имам впечатления от работата му като проектант и не веднъж съм го окуражавал да участва с доклади на конференции и семинари, където се представяше много добре. На Международна научна конференция на тема „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“ във Варна през 2006 г бе удостоен с Първа награда в конкурс „Млад учен“. По време на работата си в „Енергопроект – Хидроенергетика“ той ежегодно участваше в годишните конференции и конгреси организирани от ICOLD.

11. Автореферат на дисертационния труд

Автореферат не ми беше представен.

12. Заключение

Представеният дисертационен труд е едно обхватно и завършено научно изследване, базирано на съвременното ниво на развитие на проблема, добре структурирано, написано на добър технически език. С него авторът демонстрира способност за дефиниране на актуален научен проблем и възможности за неговото решаване. Разработката е доведена до практическо приложение. Съдържащите се в дисертацията научни и научно-приложни приноси имат оригинален характер.

Въз основа на горе изложеното препоръчвам да се присъди на инж. Антон Дойчинов Ценков образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.7 „Архитектура, строителство и геодезия“ (Хидротехническо строителство“).

РЕЦЕНЗЕНТ:



(проф. д-р инж. Димитър Тошев)

София,

13 Май 2013 г