

РЕЦЕНЗИЯ

От проф. д-р инж. Петър Сотиров

на дисертационен труд на тема:

**“ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ НАПРЕГНАТОТО И ДЕФОРМИРАНО СЪСТОЯНИЕ НА
ВИСОКИ СТОМАНОБЕТОННИ КОМИНИ ”,**

разработен от инж. Иван Желев Павлов, докторант на самостоятелна подготовка към катедра “Строителство на сгради и съоръжения ” при ВСУ Черноризец Храбър 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 основни глави, едно приложение за напрегнатото и деформирано състояние на пръстеновидните сечения, списък на научните и научно-приложни приноси на докторанта, списък на публикациите и списък на използваната литература, който включва 145 заглавия. Дисертацията е разработена на 146 страници с богат илюстративен материал от таблици и цветни графики.

1. Актуалност и значимост на разработеният проблем.

Високите стоманобетонни комини са специални съоръжения, които се използват в индустрията за отвеждане на отпадъчните газове на определена височина, при която се намалява значително вредното въздействие върху околната среда. Като строителна конструкция, те са подложени основно на комбинация от натоварването от собствено тегло, от въздействието от вятър, от сеизмично въздействие и от тежък

режим на температурно въздействие. Като допълнение може да се отчете въздействието от химическа агресия върху армировката и бетона. Съществена особеност на високите стоманобетонни комини е взаимодействието им със земната основа. Ротационните трептения спрямо хоризонтална ос в основата на фундамента на високите комини са с относително големи амплитуди, което оказва значително влияние върху динамичното им реагиране.

Съществуват методи за проектиране на високите стоманобетонни комини, намерили място в нормативните документи. Съществена част от решаването на задачата за реагиране на комините на земетръсно и ветрово въздействие е динамичният анализ. В практиката се използват приблизителни методи за определяне на динамичните характеристики на комините в чисто линейна постановка. По-точното определяне на динамичните характеристики на комините е от съществено значение както за сеизмичното реагиране, така и за реагирането им при въздействие от вятър. Изменението на геометричните размери и съответно на геометричните характеристики, коравината и масата на комините по височина, създават трудности при моделирането им и неточности при определянето на собствените честоти и форми на трептене.

Съвременните норми за проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия допускат достигането до пластични деформации в конструктивните елементи при силни земетресения. Зависимостта натоварване-хоризонтално преместване на вертикална стоманобетонна конзола по принцип е нелинейна даже преди да се достигне до границата на провлачане на армировката. Разпределението на масите и инерционните характеристики на напречните сечения по височината на комина са също нелинейни.

Дисертантът е насочил своето внимание към разработването на по-подходящи решения, отчитащи влиянието на нелинейните характеристики на комините върху определянето на динамичните им характеристики. Освен това, той изследва специфичното влияние на температурните въздействия върху напрегнатото и деформирано състояние на комина и комбинирането му с външните натоварвания.

Всичко казано до тук показва, че темата на дисертацията е актуална и резултатите от изследванията могат да доведат до по-достоверен анализ на високите стоманобетонни комини.

2. Кратък анализ на дисертацията

Глава 1. Литературен обзор

В тази глава е направен задълбочен обзор на изследванията и на практическите подходи за динамичен анализ, свързани с проектирането на високите стоманобетонни комини. В обзора са включени голям брой съвременни публикации, като и класически трудове в разглежданата област. Около 95% от източниците са публикувани на английски език. Специално внимание е обърнато на състоянието на проблемите, които се обект на представените изследвания в следващите глави. В края на обзора са формулирани целта и задачите на дисертацията.

Глава 2. Собствени форми на трептене при еластично поведение на стоманобетонните комини.

Моделът за динамичен анализ на високите комини, който се ползва най-често в практиката е с краен брой степени на свобода с концентрирани маси на определени нива и осреднени коравини на отделни участъци. Най-близък до реалната конструкция на комините е моделът с безкраен брой степени на свобода с променящи се маси и коравини, във функция от вертикалната координата на напречните сечения. Диференциалните уравнения за динамично равновесие на такъв модел са известни в литературата по динамика на конструкциите.

Решението на тези уравнения обаче е известно само за частния случай на равномерно разпределение на масите и коравините. В действителност, диаметърът и дебелината на стената на комините се променя в линейна функция от вертикалната координата на сеченията. Съответно, масата е пропорционална на площта на напречното сечение, а коравината е пропорционална на инерционния момент. Авторът на дисертацията си е поставил амбициозната задача да потърси решение за този реален случай на разпределение на масите и коравините по височината на комина. На базата на добрата си осведоменост и подготовка по математика, той подбира сполучливо Диференциално Трансформационният метод (ДТМ) за решаване на задачата. Прилагането на този метод за динамичен анализ на високите стоманобетонни комини срещам за първи път в литературата по динамика на строителните конструкции и смятам, че това може да се оцени като значим научен-приложен принос.

В дисертацията е изяснена същността на ДТМ с трансформация на търсената функция в ред на Taylor-Maclaurin. Показани са процедурите за определяне на собствените честоти и собствените форми на трептене. Изследвана е достоверността на резултатите с два примера за комини с различна височина. С предложения подход за решаване на задачата са направени голям брой числени експерименти с вариране на определени параметри. За изследване на влиянието на геометрията на комина са въведени два параметъра – скосеност на диаметъра и скосеност на дебелината на стената. Изследвано е влиянието върху собствените честоти на нормалните усилия и на ротацията на фундамента спрямо хоризонтална ос в основата.

Глава 3. Собствени форми на трептене с отчитане на нееластичното поведение на стоманобетонните комини

Тук са разгледани въпроси свързани със съставянето на диференциалното уравнение за динамично равновесие на модел на висок стоманобетонен комин, при нелинейна зависимост между натоварване и деформации на стоманобетона след образуването на пукнатини. За разлика от чисто линейната постановка в глава 2, в тази глава се разглежда динамичното поведение на комина при отчитане на физическата нелинейност на материала. Коравината на дадено хоризонтално сечени зависи от напрегнатото състояние в даден момент от време. Характера на свободните трептения на комина зависи от амплитудите на хоризонталните премествания. Трептенията при малки амплитуди са хармонични, докато при амплитуди след образуването на пукнатини, коравината намалява и трептенията изобщо не са хармонична функция във времето. Подходът който е използван за решаване на задачата е чрез въвеждането на коригиращи функции. Уравненията са представени във вид удобен за прилагане на Диференциално Трансформационният Метод, разгледан подробно в глава 2.

В глава 3 са разгледани въпроси свързани с нелинейното поведение на хоризонталните сечения на комина. Изследвана е коравината на сеченията без пукнатини и с пукнатини, както и граничните коравини при липса на съдействие между бетона и армировката. Изследвано е изменението на инерционните моменти на сеченията в процеса на пукнатинообразуване.

Динамичното поведение на конструкцията на комина при изменението на коравината в зависимост от напрегнатото състояние е сложно явление, което трудно може да се моделира достатъчно прецизно. Авторът предлага известно опростяване с приемането на

усреднени стойности на коравините, което да превърне сложното нееластично в приведено еластично движение. В края на главата е обобщен итерационния процес за решаване на уравнение (3.10) с последователни стъпки.

Глава4. Напрегнато и деформирано състояние на вертикалните сечения на стоманобетонните комини от температурни въздействия

В тази глава са представени изследванията на автора върху капацитета на вертикалните сечения на комина за усилията от температурни въздействия и комбинирането им с усилията от ветрови въздействия. Изследвано е изменението на коравината след образуването на първите пукнатини и влиянието на процента на армиране върху крайните стойности на коравината, максималните огъващи моменти и граничната относителна кривина. За практическо ползване са разработени капацитивни криви на зависимостта “приведен огъващ момент-относителна кривина”, представени в бездимензионна форма за различни дебелини на сеченията и различни механични коефициенти на армиране.

3. Авторско участие в получените приноси в дисертацията

Приемам приложената справка за научните и научно-приложни приноси на докторанта. Те са ясно и точно формулирани и са негови лични постижения. Запознаването с изложеният материал в дисертацията показва, че инж. Павлов има много добра математическа и инженерна подготовка, а по време на разработването на дисертацията е получил нови специализирани знания и умения в областта на земетръсното инженерство и динамика на строителните конструкции.

Представените две публикации са самостоятелни и третират свързани с дисертацията въпроси.

4. Оценка на възможностите за използване на получените резултати

Научните изследвания в дисертацията са насочени към усъвършенстване на методите за анализ при проектирането на високите стоманобетонни комини. Предлаганият подход в глава 2 за моделиране на комина с разпределени параметри по височината и динамичният му анализ в линейна постановка, могат директно да се прилагат за решаване на практически задачи. Същото се отнася и за прилагането на нелинеен анализ, разгледан в глава 3. Тук е по трудно уточняването на коригиращата функция и са необходими итерационни процедури. В тази връзка би могло да се препоръча на автора, в бъдеще да се разработи подходящ алгоритъм за създаването на софтуерен продукт. Резултатите от изследванията в глава 4 са особено полезни за проектантите на високи стоманобетонни комини. Разработените капацитивни зависимости могат директно да се използват.

5. Автореферат

Авторефератът отразява напълно съдържанието на дисертацията.

6. Критични оценки, забележки и препоръки

В текста на дисертацията са допуснати някои редакционни неточности и незначителни грешки. Някои от използваните термини, които са превод от английски език, не са в съответствие с приетата основна техническа терминология. Например: „factor“, най често означава „коефициент“, а не „фактор“, която дума има съвсем друго значение на български език. Бих препоръчал терминът „коректурна функция“, да бъде заменен с „коригираща функция“ Другите забелязани неточности са отбелязани в текста и са коментирани с докторанта. Те изобщо не намаляват качеството на извършената работи и стойността на получените резултати. Нямам забележки или препоръки към принципните постановки, залегнали в основата на проведените

изследвания. Основна препоръка към инж. Павлов е да популяризира практическите резултати от изследванията с публикации в подходящи списания.

Заключение

Изследванията в рецензираният дисертационен труд са насочени към усъвършенстване на методите за изчисляване на конструкцията на високи стоманобетонни комини, подложени на сеизмични, ветрови и температурни въздействия. На базата на доброто познаване на съвременното състояние на изследваната област, докторантът е формулирал ясно целите на изследванията и убедително е обосновал начините за постигането им. При решаването на сложните задачи в дисертацията, инж. Павлов е проявил задълбоченост и ерудиция в проведените изследвания, както и изследователски умения да анализира и интерпретира получените резултати. Безспорен факт е, че добрата му подготовка по математика и задълбочените му познания в областта на Земетръсното инженерство, Динамиката на строителните конструкции и Теорията на стоманобетонните конструкции, са допринесли за успешното му справяне с амбициозните задачи.

На базата на всичко изложено по-горе в рецензията, **препоръчвам на почитаемото научно жури да присъди на ст.ас.инж. Иван Желев Павлов образователната и научна степен “доктор” по научна специалност 02.15.04 “Строителни конструкции” съгласно Закона за развитие на академичния състав.**

12.05.2011г.

Рецензент:

(проф. д-р инж. Петър Сотиров)