

СПРАВКА

за приносите в публикациите за участие в конкурса;
д-р инж. Радан Иванов Иванов

1. Основни области на изследванията

Научно-изследователската работа е извършвана в следните направления:

- 1.1 Нелинейно изследване на конструкции подложени на динамични и квази-статични въздействия, включително поведението в процеса на разрушаване и след разрушаване;
- 1.2 Експериментални методи в строителната динамика;
- 1.3 Оценка и анализ на щетите предизвикани от земетресения.

2. Научни и приложни приноси в отделните направления

2.1. Нелинейно изследване на конструкции подложени на динамични и квази-статични въздействия, включително поведението в процеса на разрушаване и след разрушаване

Свързаните със защитата на докторската дисертация публикации не са включени в настоящата справка. Свързани с тематиката на дисертацията, но публикувани по-късно са [7] и [10].

Научно-приложния принос в [7] е предложения и програмно реализиран метод за динамичен анализ на въжени конструкции, основаващ се на философията на метода на дискретните елементи (МДЕ). Законите за взаимодействие между дискретните елементи (изродени в концентрирани маси) са съобразени с познатата прътова формулировка от МКЕ, с изключен опън. Матрици на коравина не се използват, като метода е геометрично и физически нелинеен. Използва се директно интегриране във времето и изчислителния процес е стабилен при разрушаване на произволен брой пръти от конструкцията.

Научно-приложния принос в [10] е предложения и програмно реализиран метод за динамичен анализ на рамкови конструкции, основаващ се на философията на метода на дискретните елементи (МДЕ).

2.1.1 Изследване на разрушаването на подземни тръбопроводи пресечени от активни разломи

Публикациите в това направление са [8], [13], [18], [20], [22], [26], [25] и [27].

В [8] и [13] е предложен метод за изследване на механизма на разрушаване на подземни тръбопроводи с голям диаметър. Тръбата се представя като еквивалентна мрежа от рамкови елементи и се използва изчислителния алгоритъм на МДЕ. Взаимодействието със земната основа е отчетено с контактни пружини. Метода е физически и геометрически нелинеен, симулират се произволно големи деформации и премествания, както и частично или пълно разрушаване на тръбата или земната основа.

Приносите са научно-приложни както следва:

Предложения метод за изследване и програмната му реализация.

Получените криви на носимоспособност на тръбопровод пострадали при земетресението в Тайван, за различни стойности на ъгъла на пресичане с разлома, коравината на земната основа и дебелината на стената на тръбата.

В останалите публикации е формулиран [18], валидиран [22][27] и използван метод за анализ на подземни тръбопроводи с механични стави, пресечени от разлом. Метода е физически и геометрически нелинеен, позволява отчитане на пластифицирането и разрушаването на тръбни сегменти, както и отчитане на нелинейността и разрушаването на механичните стави като се следва поведението им получено при натурни изпитвания, колкото и сложно да е то.

Приносителите са научно-приложни както следва:

Предложеният метод и програмната му реализация, [18].

Получените криви на носимоспособността за тръбопроводи от пластичен чугун (ductile iron), за различни диаметри, коравина на земната основа и ъгли на пресичане със разлома, [20] [25].

Получените криви на носимоспособността за тръбопроводи от PVC, за различни диаметри, коравина на земната основа и ъгли на пресичане със разлома, [22][27].

Получените емпирични формули за определяне на разместването на разлома причиняващо разрушаване на тръбопровода (PVC), [27].

Получените механизми (последователност и тип) на разрушение в зависимост от коравина на земната основа и ъгъла на пресичане със разлома.

2.1.2 Изследване на усилията в кабелни ограничители против падане на върхната конструкция на мостове, след разрушаване на лагерите при земетръс

Публикациите в това направление са [6], [14], [16], [17] и [19].

В [6], [16] и [17] е изследвано поведението на мостове подложени на земетръс, чиято върхна конструкция се състои от едно тяло, а именно мост с няколко стълба и върхна конструкция непрекъснатата греди, и мост на две опори с върхна конструкция проста греди. Анализирани са поведението по отношение на разрушаване на лагерите и усилията възникващи в кабелните ограничители при въздействие на проектни земетресения от Японските норми за проектиране на мостове. Приносителите са научно-приложни както следва:

Идентифицирани са два типа активиране на ограничителите “моментален” и “със закъснение”, като при първия ограничителите се активират веднага след разрушаване на лагерите, а при втория след известен брой цикли на трептене. “Моменталният” тип активиране води до по-големи усилия в ограничителите.

Установено бе, че силите при “моменталния” тип активиране са по-големи при по-малък коефициент на триене след разрушаване на лагерите, докато при типа активиране “със закъснение” зависимостта е обратна.

Установено бе, че усилията в ограничителите са функция на теглото на върхната конструкция, а не на опорните реакции, както е указано в Японските норми. Предложен е теоретично-емпиричен метод за определяне на усилията, без да е необходимо да се прави анализ на конструкцията.

Установено бе, че усилията в ограничителите могат да нарастнат с до 50% ако конструкцията е подложена на въздействието на двете хоризонтални земетръсни компоненти едновременно, а влиянието на вертикалната компонента е незначително.

В [14] и [19] е изследвано поведението на мостове подложени на земетръс, чиято върхна конструкция се състои от няколко тела, а именно мостове с няколко стълба и върхна конструкция състояща се от няколко прости греди свързани с ограничители помежду си, както и с устоите. Анализирани са поведението по отношение на разрушаване на лагерите, и усилията възникващи в кабелните ограничители при въздействие на проектни земетресения от Японските норми за проектиране на мостове. Изследвана е ефективността на комбинации от различни свободни дължини на ограничителите преди активиране и различни разстояния между отделните греди, в рамките на конструктивно допустимите.

Приносителите са научно-приложни както следва:

Установено бе, че конфигурации при които разстоянията между гредите са максимални, а свободните дължини на ограничителите между гредите са минимални, са най-подходящи, т.е. при такива конфигурации усилията в ограничителите, както и силите при сблъсък на греди са

най-малки. Освен това, поради геометрическите си особености, такива конфигурации предоставят най-малка възможност за свободно плъзгане след разрушаване на лагерите.

За всички изследвани конфигурации, полученото свободното плъзгане бе много по-малко от теоретично възможното. Причината за това е произволния характер на земетръсното движение, както и възпиращия ефект на триенето.

Различни от горните поднаправления са статии [15], [11], [21] и [29].

В [15] и [11] е предложен модел, и са направени числени експерименти относно възможността капител на колона незамонолитен към върха на колоната, да излети на осезателна височина при вертикален земетръс. Мотивацията за това изследване е от една страна изявления на свидетели че са виждали това да става, и от друга страна все още съществуващото несъгласие и неяснота сред специалистите по земетръсно инженерство, дали в земните движения при земетръс съществуват високочестотни компоненти, които не се записват от акселерографите поради ограничения им обхват, а имат разрушително въздействие. Приносите в тези статии са научни и научно-приложни както следва:

Въздействието на земетръсен запис във вида записан от акселерометър не може да причини видимо отлепване в контактната зона капител-колона.

Въздействието на високочестотни компоненти от порядъка на 200Hz, може да предизвика значителен отскок на капителя, но поради големите инерционни сили в тялото на колоната това ще е придружено с излизане фундамента от земята или възникване на напречни пукнатини в тялото и. Доколкото такива явления не са наблюдавани, може да се заключи че земните движения не съдържат толкова високочестотни компоненти, а свидетелските наблюдения са неточни и повлияни от уплахата по време на земетресение.

Предложена е проста теоретична формула за горната граница на височината на отскока.

В [21] е изследвана уязвимостта на свободно стоящи тръбопроводи-мостове на земетръсни въздействия. Използван е модел по МДЕ, в който устоите са моделирани като идеално твърди тела, и е отчетено взаимодействието на устоя и подземната част на тръбопровода със земната основа. Приносите са научно-приложни както следва:

Земните вибрации сами по себе си не могат да причинят разрушаване.

Основна заплаха за конструкцията е втечняването на почвата, като най-опасно е втечняване на почвата под стъпката на устоя. От друга страна, усилията предизвикани от частично втечняване на почвата отзад и отстрани на устоя могат да се поемат от тръбопровода без да настъпи разрушаване.

В [29] е разгледана обстойно методологията за проектиране на газопроводи разположени в райони със сеизмичен риск в Япония. Във връзка с напредващата с бързи темпове газификация у нас е анализирана необходимостта от такова проектиране в България и възможностите за използване на японският опит. Публикацията е направена с цел популяризиране в България на нормативна база за проектиране от тип несъществуващ у нас към времето на публикуването.

2.1.3 Числено изследване на механичното поведение на бетонни конструктивни елементи основано на Механиката на повредите.

Публикациите в това направление са [93], [97] и [98].

Приносите са както следва:

Разработен е метод за нелинеен анализ на бетонови елементи на основата на Механиката на повредите (Damage mechanics). Методът е практически реализиран в софтуерната среда на Ansys и верифициран в контекста на анализа на стандартни бетонни елементи, както и такива съдържащи вещество подпомагащо запечатването на възникнали пукнатини (self-healing agent).

2.2. Експериментални методи в строителната динамика

Публикациите по това направление са [30] и [31].

В [30] е описано определянето на динамичните характеристики на монолитна стоманобетонна сграда, а в [31] определянето на динамичните характеристики на халета от сглобяеми елементи. Използвани са най-новите методи за динамична идентификация без използване на актуатори. Приносите в двете статии са научно-приложни както следва:

Уточнени са схеми за разположение на сензорите за сгради от типа на изследваните.

Получени са собствените форми и честоти на сградите в честотния диапазон до 10Hz, независимо във временната и честотната области, като резултатите са в много добро съгласие.

Получени са коефициентите на относително затихване за изследваните типове сгради, като резултатите са приложими директно при анализ на сгради подложени на динамични въздействия. Получиха се стойности около 3%, което е доста по-малко от рутинно приеманите 5% за стоманобетонни конструкции при такъв тип анализ.

2.3. Оценка и анализ на щетите предизвикани от земетресения

Публикациите по това направление са [12], [23] и [24].

В [12] е извършена корелация между инструменталния сеизмичен интензитет (изчислен от акселерограми) и субективния сеизмичен интензитет (получен от степента на разрушаване и човешки възприятия) за двете страни на разлома причинил земетресението Чи-Чи в Тайван.

Приносите в статията са научно-приложни както следва:

Установено бе добро съгласие между инструменталния и субективния сеизмичен интензитет, когато при определяне на субективния интензитет се пренебрегнат въпросите свързани с човешки емоции. Като основа за определяне на субективния интензитет бе използван въпросник създаден за земетресението в Кобе, модифициран за Тайванските условия.

Установено бе, че индекса на разрушение за жилищни сгради и индекса за човешки жертви имат по-големи стойности за по-високата страна на разлома.

Установено бе че над разломната линия и в непосредствена близост до нея, горните два индекса имат по-ниски стойности отколкото на стойностите на разстояния до 200м от разломната линия.

В [23] са проучени и описани всички аспекти свързани със земетресението Мияги-кен Хокубу; ландшафт на района, влажност на земната основа, специфика на земните движения (във временната и честотната области), щети – на жилищни сгради, човешки жертви, тръбопроводи, разрушаване на земната основа, втечняване на почвата, технология на спасителните операции. Голяма част от данните са получени от посещение на авторите на района около огнището на земетресението. Бяха направени следните основни заключения от приложен характер:

Въпреки наблюдаваните пикови ускорения от около 0.4g, щетите са сравнително малки. Това се дължи на високата основна честота на земните вибрации – м/у 5Hz и 10Hz.

Някои акселерометри бяха записали трептения с пикови ускорения от около 2g. Тяхната достоверност или причината за появата им трябва да се изследва допълнително.

Щетите на сградния фонд бяха съсредоточени в стари жилищни сгради, както и традиционни сгради от каменна зидария. Въпреки това, щети понесоха и някои обществени сгради което е повод за безпокойство.

В [24] са проучени и описани всички аспекти свързани със земетресението Санрику-минами. По съдържание и заключения статията е сходна с [23].

В [88] е извършен анализ на уязвимостта и анализ на данните за повреди в тръбопроводите на гр. Перник в следствие на земетресението от 2012 г.

Приносите са както следва:

Направена е оценка на повредите в тръбопроводите в гр. Перник и околните населени места по две методики HAZUS и ALA. Броят на прогнозираните повреди се оказва много по-малък от повредите регистрирани при ежедневната експлоатация на инфраструктурата от ВИК оператора (несвързани със земетресението).

В [92] е извършен анализ на сеизмичното поведение на тухлени комини в жилищни сгради.

Приносите са както следва:

Установено е, че в настоящото си състояние комините могат да бъдат съборени дори при доста ниски (подпроектни) нива на вибрации. Предложен е прост и ефективен метод за усилване, който предотвратява разрушаването на комини преди разрушаването на самата сграда.

Приносът в публикация [96] е предложеният, реализиран в език за програмиране и верифициран алгоритъм за изчисляване на статистическото разпределение на разстоянието от епицентър на земетресение в дадена сеизмогенна зона и изследвана площадка. Алгоритъмът може да бъде използван като самостоятелно приложение, или като част от програма за вероятностен анализ на сеизмичната опасност (PSHA).

София, 27.05.2022 г.

Изготвил:

/д-р инж. Радан Иванов/