

РЕЗИОМЕТА

на научните публикации за участие в конкурса;
д-р инж. Радан Иванов Иванов

6. Takada S., Hozumi M., **Ivanov R.**, Seismic force acting in bridge restrainers and reliability evaluation, Memoirs of the Construction Engineering Research Institute Foundation, Japan, 43-B, 2001, pp. 69-82

В статията е изследвано поведението на мостове подложени на земетръс, чиято връхна конструкция се състои от едно тяло, а именно мост с няколко стълба и връхна конструкция непрекъсната греда. 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. В използвания модел устоите и стълбовете са моделирани с рамкови елементи, връхната конструкция като идеално твърдо тяло, ограничителите като пружини с изключен натиск. След разрушаване на неопреновите лагери се изключва опъна, и се отчита триене с или без плъзгане. При изследването са използвани 6 реални земетръсни записа. 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. “Моменталния” 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 връхната 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.

7. **Ivanov R.**, Takada S., Dynamic failure analysis of cable structures by the DEM method, 13 Symposium of the Kansai chapter of the JSCE, Japan, 2001, I-16-1 - I-16-2

Предложен е нов хибриден метод – комбинация между дискретни елементи (DEM) и решетъчен подход, който разглежда структурата на макро ниво, като същевременно се възползва напълно от най-важната характеристика на анализа във времевата област - непрекъснато наблюдение в реално време на структурното поведение. Структурната маса е групирана към възлите. Тогава всяка маса представлява отделен елемент по отношение на DEM. Конструктивните елементи между възлите са представени от пружини с начална твърдост, директно изчислена от аксиалната твърдост на елемента. Подпорите се определят чрез определяне на ограничения за движение на определени елементи, според необходимостта. Нелинейността на материала може да бъде включена чрез подходящ избор на крива натоварване-деформация за пружините. Ефективността на метода се демонстрира чрез симулиране на кабел, фиксиран в двата края, и сравняване на резултатите с теоретичното решение. След това правоъгълна кабелна мрежа се натоварва с голяма сила в средата и процесът на повреда, както и поведението след повреда се наблюдават успешно.

8. **Ivanov R.**, Takada S., Discrete element analysis for failure analysis of steel pipes crossing active faults, 26 Earthquake engineering symposium, Japan, 2001, pp. 1329-1332

Представен е специализиран DEM метод за анализ на разрушението на черупкови конструкции от стомана. Черупката е представена от еквивалентна решетка. Коравината на черупките в равнината е представена от решетка от енергийно еквивалентни нормални пружини, а твърдостта на огъване на стените е представена от огъващи пружини. Способността на метода да симулира силно нелинейни ситуации се демонстрира чрез анализ на цилиндър, притиснат перпендикулярно на оста си от двойка сила. Беше проведено проучване на случай на тръба в региона Fengyuan в Тайван, която претърпя щети по време на земетресението Chi-Chi.

10. **Ivanov R.**, Takada S., Discrete element method for the dynamic buckling analysis of frames, 56 Annual conference of the JSCE, Japan, I-B262, 2001, pp. 524- 525

Предложен е нов подход на метода на дискретните елементи (DEM), който позволява подробно изследване на изкълчването и поведението след изкълчване в реално време. Структурната маса е групирана във възлите. Ротационната инерция също се прилага във възлите. Всяка маса означава дискретен елемент по отношение на DEM. Предписани времеви графици на сила, ускорение и скорост могат да бъдат приложени към натоварени възли. Конструктивните елементи между възлите са представени от пружини с начална аксиална коравина, директно изчислена от аксиалната коравина на елемента, и пружини на огъване и срязване от типа на Бернули. Подпорите се определят чрез определяне на ограничения за движение на някои елементи, според необходимостта. Нелинейността на материала може да бъде включена чрез подходящ избор на кривата на аксиално натоварване-деформация за пружините. За моделиране на стомана е използван еластично-пластичен хистерезисен модел с уякчаване. Методът беше проверен чрез сравняване на резултатите за подпора, фиксирана в двата края и подложена на сила на натиск, и след това използвана за симулиране на динамично изкълчване при различни скорости на натоварване и видове несъвършенства.

11. Takada S., **Ivanov R.**, Questioning the existence of ultrahigh-frequency seismic waves based on DEM analysis of gate columns, JSCE, Journal of structural engineering, Japan Vol. 48A, 2002, pp. 531-536

В тази статия се извършва качествена оценка на потенциала за отскачане на корони на колони при няколко вида динамични смущения. Беше установено, че типичното вертикално земетресение не може да причини забележимо разделяне в интерфейса колона-корона. Значително разделяне може да възникне поради кратки импулси на скоростта, както и земетръсни вълни с изключително висока честота и огромни пикови ускорения. Въпреки това, нашите числени резултати, както и експерименти, направени от други, показват, че ефектът от въвеждането на импулс няма да се ограничи до излитане от короната, но също така ще причини значителни структурни повреди на колоната под формата на пукнатини на опън, които се разпространяват по цялото напречно сечение или издърпване на колоната заедно с основата от земята. Откриването на такива режими на увреждане при проучвания след земетресение може да послужи като косвено доказателство за съществуването на ултрависокочестотни сеизмични вълни.

12. Takada S., Ichinose E., B-J. Shin, W. Chen, **Ivanov R.**, Seismic intensity in the vicinity of a surface fault rupture, Proceedings: Second Japan-Taiwan workshop on lifeline performance and disaster mitigation, Japan, 2002, pp. 142-149

Това проучване докладва за характеристиките на движението на свободна повърхност в близост до линията на разлома при земетресението Chi-Chi. Получаваме няколко резултата въз основа на анализ на въпросници и щетите, нанесени от земетресението Chi-Chi. Процентът на жертвите и индексът на щетите за жилищни сгради се увеличават в зоните във висящата стена на разлома Chelungpu. Сеизмичният интензитет от въпросника показва добро съответствие с инструменталния сеизмичен интензитет, изчислен чрез записани сеизмограми, когато се пренебрегват въпроси, свързани с човешките емоции.

13. Takada S., **Ivanov R.**, B-J. Shih, W. Chen, Specialized shell-DEM method for dynamic failure analysis of steel pipelines crossing faults, Proceedings: Second Japan-Taiwan workshop on lifeline performance and disaster mitigation, Japan, 2002, pp. 33-40

Представен е специализиран DEM метод за анализ на разрушаването на черупкови конструкции. В метода черупката е представена от еквивалентна решетка. Коравината на черупките в равнината е представена от решетка от енергийно еквивалентни нормални пружини, а твърдостта на огъване на стените е представена от огъващи пружини. Способността на метода да симулира силно нелинейни ситуации се демонстрира чрез анализ на цилиндър, притиснат перпендикулярно на оста си от двойка сила. Също така, беше проведено проучване на случай на тръба в региона Fengyuan в Тайван, която претърпя щети по време на земетресението Chi-Chi.

14. **Ivanov R.**, Hozumi M., Seismic behaviour of the superstructure of a multi-span simply supported bridge with rubber bearings and cable restrainers, Proceedings: 4th China-Japan-USA trilateral symposium on lifeline earthquake engineering, China, 2002, pp. 45-50

В тази статия се изследва големината на силата, възникваща в ограничителите на надлъжни ограничителни кабели по време на земетресение. Изследването е извършено чрез числена симулация върху модел на мост проста греда, с пет участъка с гумени лагери. Като цяло беше установено, че силите в кабелите значително надвишават текущата проектна стойност. Числените експерименти върху различни структурни конфигурации показват, че намалената свободна дължина на ограничителите е от полза за намаляване както на максималното, така и на остатъчното напречно приплъзване, въпреки че силите в ограничителя в този случай са по-големи.

15. Takada S., **Ivanov R.**, Evaluation of the potential for flying-off of gate column crowns due to vertical dynamic disturbances, 14 Symposium of the Kansai chapter of the JSCE, Japan, 2002, I-94-1 - I-94-2

Известно е от наблюдения на очевидци, че по време на силни земетресения обекти се отземят, достигайки значителни височини. Въпреки че не са подкрепени с твърди доказателства, трябва да има известна истина в такива твърдения, което прави количествено изследване на това каква височина може да достигне тяло, което не е здраво фиксирано към основата си, когато е подложено на различни видове динамични смущения и в частност земетръсни вълни. В статията ние се опитваме да намерим причините за такова поведение чрез числени експерименти, така че ако подобни модели на поведение се наблюдават по време на земетресение, те да бъдат оценени като резултат от входни земни движения, подобни на тези, които използваме в числените експерименти.

16. Takada S., Hozumi M., **Ivanov R.**, Reliability of bridge cable restrainers of bridges, 57 Annual conference of the JSCE, Japan, I-816, 2002, pp. 1631- 1632

Анализирано е 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. В използвания модел устоите и стълбовете са моделирани с рамкови елементи, връхната конструкция като идеално твърдо тяло, ограничителите като пружини с изключен натиск. След разрушаване на неопреновите лагери се изключва опъна, и се отчита триене с или без плъзгане. Идентифицирани са два типа активирани 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. “Моменталния” тип активирани води до по-големи усилия в ограничителите. Установено бе, че силите при “моменталния” тип активирани са по-големи при по-малък коефициент на триене след разрушаване на лагерите, докато при типа активирани “със закъснение” зависимостта е обратна. Установено бе, че усилията в ограничителите

са функция на теглото на връхната 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.

17. Takada S., **Ivanov R.**, Hozumi M., Method for evaluation of the force in longitudinal cable seismic restrainers, 11 Earthquake engineering symposium, Japan, 2002, pp. 1667-1672

В тази статия се изследва големината на силата, възникваща в ограничителите на мостове от надлъжни кабели по време на земетресение. Изследването е проведено чрез числена симулация на два модела; един на непрекъснат мост с пет участъка и друг от мост проста греда, и двата върху гумени лагери. Установено е, че кумулативната сила, възникваща в ограничителите след повреда на лагерите, значително надвишава текущата проектна стойност. В абсолютни стойности, максималната сила в ограничителите е от порядъка на теглото на горната конструкция за непрекъснатия мост и три пъти теглото за единичен мост. Предложен е практически метод за изчисляване на силата, основан на запазване на енергията.

18. Takada S., **Ivanov R.**, Numerical Simulation of the Behaviour of Buried Jointed Pipelines under Extremely Large Fault Displacements, Proceedings: TCLEE 2003 Conference, Long Beach, USA, 2003, pp. 717-726

Представен е изчерпателен числен метод за симулиране на гранични състояния на вкопани в земята тръбопроводи. Тялото на тръбата е моделирано от линейни елементи и пластичните деформация в него се отчитат с пластични стави. Основните механични свойства на всички обичайни тръбни съединения, напр. закоравяване при натиск, отделяне при опън, счупване при огъване също могат да бъдат взети предвид. Взаимодействието почва-тръба се моделира от еласто-пластични директни и тангенциални пружини. Методът е в състояние да проследи поведението на тръбопроводите до и след повреда на тялото на тръбата и отделяне на ставите, като по този начин позволява физическите повреди в тръбопроводната мрежа да бъдат оценени по-добре. Методът е триизмерен, като по този начин позволява да се оцени и взаимодействието на тръбни сегменти, движещи се в различни посоки. Алгоритъмът за решение се основава на директното интегриране на независими уравнения на движение, което гарантира, че поведението на тръбопровода може да бъде изследвано за всякаква големина на земни премествания, разкривайки целия спектър от събития, случващи се в системата тръба-почва с увеличаване на предизвиканите от земетресения земни премествания: еластични деформации, пластични деформации в почвата, пластични деформации в тялото на тръбата, разкъсване и отделяне на ставите, повреда и разкъсване в тялото на тръбата. Методът е реализиран в компютърна програма и са представени няколко пробни решения.

19. Takada S., Hozumi M., **Ivanov R.**, Numerical study on the effectiveness of cable restrainers in reducing post-failure slip at the bearings of simply supported bridges, Proceedings of the Graduate School, Kobe University, Japan, 2003, pp. 15-23

В тази статия се изследва големината на силата, възникваща в надлъжни ограничители от кабели по време на земетресение, за да се идентифицират добре работещите структурни конфигурации. Изследването е извършено чрез числена симулация върху модел на петотворен просто подпрян мост с гумени лагери. Като цяло беше установено, че силите в кабелите значително надвишават текущата проектна стойност. Конструктивните конфигурации, тествани в тази статия, се основават на предположението за постоянна обща междина на ограничителя и идентични междини между греда и греда и греда до устой. След това пропорциите на междините между устой и греда и между греда и греда бяха променени. Установено е, че конфигурация, в която междините на гредата са на горната възможна проектна граница и междинните междини на ограничителя са възможно най-малки, се представя най-добре по отношение на всички изследвани критерии, т.е. средна сила, възникваща в

ограничителите, средна сила на сблъсък и средно максимално странично приплъзване. Страничните измествания във всички анализи бяха много по-малки от теоретичния потенциал за свободно приплъзване. Това може да се припише на произволния характер на движението вследствие на земетресение и ефекта от триенето след повреда.

20. **Ivanov R.**, Takada S., Analysis of jointed pipelines crossing faults by a purpose-made specialized program, Report of the Research Center for Urban Safety and Security; Kobe University, Japan, 2003, pp. 203-212

Представен е изчерпателен числен метод за симулиране на гранични състояния на вкопани в земята тръбопроводи. Тялото на тръбата е моделирано от линейни елементи и пластична деформация в него, отчитана от пластични стави. Основните механични свойства на всички обичайни тръбни съединения също могат да бъдат взети предвид. Взаимодействието почва-тръба се моделира от еласто-пластични директни и тангенциални пружини. Извършено е параметрично изследване на газова тръба от дуктилен чугун с антисейсмични механични съединения. Изведени са криви на уязвимост за повреда на съединението в зависимост от местоположението и ъгъла на пресичане на разлома и са идентифицирани множество сценарии за повреда на съединението. Изведени са и криви на уязвимост за разрушаване на тялото на тръбата при огъване.

21. **Ivanov R.**, Takada S., Sakai A., Performance of pipe bridges subjected to seismic hazards, Memoirs of the Construction Engineering Research Institute Foundation, Japan, No. 45, 2003, pp. 171-180

Тръбните мостове са неразделна част от водопроводната мрежа в съвременния град. Следователно тяхната сеизмично поведение е от решаващо значение за сеизмичната ефективност на цялата мрежа като цяло. Въпреки това, структурните характеристики на тръбните мостове са доста различни от тези на тръбопровода, тъй като те са надземни; а също се различават от тези на мост поради малкото им тегло. В тази статия ние изследваме работата на модел на тръбен мост, подложен на два типа сеизмични въздействия, а именно силни земни движения и втечняване на околната почва. Основните констатации от проучването са, че силните земни движения няма вероятност да причинят щети, но втечняването около опорите може да бъде потенциално опасно, освен ако опорите не са с пилотна основа.

22. Takada S., **Ivanov R.**, Morita N., Large deformation analysis of jointed pipelines by the DEM (in Japanese), Memoirs of the Construction Engineering Research Institute Foundation, Japan, No. 45, 2003, pp. 111-122

В статията е изследвано поведението на подземни PVC тръбопроводи с механични стави, пресечени от разлом. Изяснен е използвания изчислителен метод и програмната му реализация. Предложен е метод за промяна на посоките на пружините отчитащи взаимодействието почва-тръбопровод, за осъществяване на геометрически нелинеен анализ. Извършена е верификация на метода като аналитични резултати са съпоставени с резултати от натурен експеримент. Извършен е параметричен анализ, като варираните параметри са местоположението на разломната линия и ъгъла на пресичане с разлома. Получени са кривите на носимоспособност за различните комбинации от параметри, както и механизмите на разрушаване (тип и последователност).

23. Takada S., Torii N., Katagiri S., Shimoda J., Tanaka H., **Ivanov R.**, Report on field damage investigation during the July 26, 2003 Miyagi-ken Hokubu Earthquakes (in Japanese), Memoirs of the Construction Engineering Research Institute Foundation, Japan, No. 45, 2003, pp. 245-264

В статията са проучени и описани всички аспекти свързани със земетресението Мияги-кен Хокубу в северна Япония; ландшафт на района, влажност на земната основа, механизъм на разломното движение причинил земетресението, вторични трусове, географско разпределение на интензитета в засегнатия район, специфика на земните движения (във временната и честотната области), щети – на жилищни сгради, пострадали (леко и тежко), 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. 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. Големи са пораженията на пътищата е земните насипи. Наблюдават се и скални свличания. Електрозахранването на над 100,000 домакинства е било прекъснато, но е възстановено в рамките на 12 часа.

24. Takada S., **Ivanov R.**, Kato S., Ueno J., Damage investigation report on May 26, 2003 Sanriku-minami earthquake (in Japanese), Memoirs of the Construction Engineering Research Institute Foundation, Japan, No. 45, 2003, pp. 227-244

В статията са проучени и описани всички аспекти свързани със земетресението Санрику-минами в северна Япония; ландшафт на района, влажност на земната основа, механизъм на разломното движение причинил земетресението, вторични трусове, географско разпределение на интензитета в засегнатия район, специфика на земните движения (във временната и честотната области), щети – на жилищни сгради, пострадали (леко и тежко), тръбопроводи, разрушаване на земната основа, втечняване на почвата, технология на спасителните операции. Земетресението е причинено от локално разпукване на тектонска плоча и е много дълбоко (71км). Вследствие се наблюдава висок интензитет в обширен район. Въпреки че на много места интензитета бе 6 по Японската скала, разрушенията бяха малки. Големи са пораженията на пътищата е земните насипи. Наблюдават се и скални свличания, а в пристанищните градове втечняване на почвата и пясъчни изригвания. Съпоставени със силата на земетресението, пораженията на инфраструктурните обекти бяха малки. Координацията на отговорните ведомства при възстановяване на електрозахранването, газоснабдяването, водозахранването и възстановяване на телекомуникациите не бе добра.

25. **Ivanov R.**, Takada S., Assessment of the vulnerability of jointed D.I.P. crossing active faults, Proceedings: 27th JSCE Earthquake Engineering Symposium, Japan; 2003, on CD

Извършена е числена оценка на уязвимостта на подземни сегментни тръбопроводи от дуктилен чугун (D.I.P.), подложени на разломни премествания. Описани са възможностите на авторската специализирана програма, използвана при анализите. Основните параметри, влияещи върху поведението на тръбопровода, а именно диаметър на тръбата, местоположение на пресичане на разлома и ъгъл на пресичане на разлома, са проучени и са създадени диаграми на уязвимостта. Освен това се идентифицират възможността за повреда на множество места и модели на множество повреди. Резултатите от това изследване предоставят полезни насоки за локализиране на повредени тръби след земетресение и определяне на мащаба и обхвата на повредата на определено място.

26. **Ivanov R.**, Takada S., Behaviour of buried pipelines crossing faults – analysis aspects, Japan-Turkey workshop on gas lifeline performance and disaster mitigation, 2003, Japan, pp. 27-33

Предложена е DEM стратегия за моделиране, която е ефективна от изчислителна гледна точка в сравнение с типичния подход за моделиране на DEM. Анализите, извършени върху тръби, пресичащи активни разломи, показваха, че трябва да се избягва локално изкълчване, ако искаме да постигнем най-доброто поведение на тръба. Докато повредата не може да бъде избегната, когато възникне прекомерно движение на разлома, максималното преместване, което една тръба може да издържи без повреда, може да се увеличи значително чрез използване на тръби с по-ниско D/t, когато се пресичат от разломи. Във всеки случай трябва да се търси оптимална стойност на отношението D/t. Потвърдено е, че движенията на разлома с посока, близка до посоката на оста на тръбата, са най-опасни. Взаимодействието тръба-почва влияе върху поведението по негативен начин, което води до локализиране на деформацията и следователно до по-бързо разрушаване.

Беше разработен цялостен числен метод за симулиране на гранични състояния на подземни сегментни тръбопроводи. Методът е в състояние да проследи поведението на тръбопроводите до и след повреда на тялото на тръбата и отделяне на ставите, като по този начин позволява физическото увреждане на тръбопроводната мрежа да бъде по-добре оценено. За да се минимизира времето за изчисление, тялото на тръбата се моделира от линейни елементи. Основните механични свойства на всички обичайни тръбни съединения могат да бъдат отчетени.

27. **Ivanov R., Takada S., Morita N.,** Analytical assessment of the vulnerability of underground jointed PVC pipelines to fault displacements, Proceedings: 13th World Conference on Earthquake Engineering, Canada; 2004, on CD

Разработен е числен метод за оценка на общите щети на вкопани тръбопроводи. Проучено е влиянието на основните параметри, влияещи върху поведението на тръбопровода, а именно диаметър на тръбата, твърдост на заобикалящата почва, местоположение на пресичане на разлома и ъгъл на пресичане на разлома, създадени са диаграми на уязвимостта за общи диаметри на тръбите и са идентифицирани механизми на разрушаване. Изведени са опростени уравнения за прогнозиране на преместването на разлома за причиняване на повреда. Установено е, че за ъгли на пресичане на разломите в диапазоните 30° до 75° и 120° до 150° механизмите на повреда са изключително издърпване на съединението и смачкване на съединението. За тези диапазони влиянието на твърдостта на почвата и мястото на пресичане на разлома е пренебрежимо малко. Изглежда, че повредата зависи просто от степента на издърпване или компресия на конкретната става. От друга страна, за диапазона от 75° до 120° механизмът на повреда може да варира от издърпване на ставата (до 90°), през повреда при огъване на тялото на тръбата или фугата (90° до 120°) до повреда при компресия на ставата (120°), а преместването на разлома в този диапазон може да бъде между два и десет пъти по-голямо от преместването на разлома при ъгли на пресичане 30° или 150°.

29. **Ivanov R.,** Design of gas pipelines in earthquake regions – the Japanese experience and possible applications in Bulgaria (in Bulgarian), Proceedings: DCB 2004; Design and construction of buildings and facilities, Bulgaria, 2004, pp. 118-124

В доклада е разгледана обстойно методологията за проектиране на газопроводи разположени в райони със сеизмичен риск в Япония. Описани са конструктивните изисквания по отношение на материала и заваръчните шевове, философията на проектиране, типовете земетръсни въздействия които е необходимо да се вземат пред вид, както и начина за определянето им. Изложени са предпоставките и формулите за определяне на преместванията и деформацията на земната повърхност и възникващите като следствие деформации в тръбите. Описани са начините за отчитане на взаимодействието тръба-почва. Разгледано е и третирането на специални случаи като нееднородна почва, неправолинейни участъци и разклонения. 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.

30. **Ivanov R.**, Experimental determination of the dynamic characteristics of buildings using ambient vibration records. (in Bulgarian), Proceedings: International conference VSU 2005, Sofia, Bulgaria, 2005, pp. I-36 – I-41

Динамична идентификация чрез обработка на вибрациите на околната среда се предлага за монолитни, средно високи стоманобетонни сгради. Дадено е кратко описание на използваните методи за обработка на сигнала, последвано от пример за динамична идентификация на пететажна сграда; блок 4 на БАН. Идентифицирани са четири естествени честоти и съответните им собствени форми. Съответните модални коефициенти на затихване също са изчислени. Установено е, че методът работи добре при този конкретен тип сгради.

31. **Ivanov R.**, Kostov M., Hadjiyski K., Simeonov S. Experimental determination of the dynamic characteristics of precast RC concrete buildings (in Bulgarian), 2005, Building Journal, Issue 5, 2005, Sofia, Bulgaria, pp. 6-12

Динамично идентифициране чрез обработка на вибрациите на околната среда е приложено за две типични едноетажни сглобяеми стоманобетонни сгради. Дадено е кратко описание на използваните методи за обработка на сигнала, последвано от описание на експеримента и резултатите за двете сгради. Идентифицирани са естествените честоти и съответните им собствени форми до 10Hz. Съответните модални коефициенти на затихване също са изчислени. Установено е, че методът работи добре при този тип сгради. Резултатите осигуряват важна основа за усъвършенстван сеизмичен анализ на сглобяеми стоманобетонни сгради.

32. Kuwata Y., Takada S., **Ivanov R.**, Estimation of allowable fault displacements for pipelines and countermeasures, Proceedings: Pipelines 2005, ASCE, Reston, USA, 2005, pp. 674-685

Статията разглежда поведението на тръбопроводи от поливинилхлорид и дуктилен чугун, дължащо се на изместване на разлом, чрез метода на дискретните елементи (DEM) и метод за оценка на допустимото изместване на разлома. При моделирането на тръба и съединение се вземат предвид нелинейните свойства на материала и нелинейните характеристики на съединението (позволяващи отделяне на съединението). При набор от различни условия относно материал на тръбата, диаметър на тръбата, местоположение на пресичане и ъгъл на пресичане, допустимото изместване на разлома за достигане на повреда на тръбата се симулира числено. Резултатите показват, че остър ъгъл между линията на разлома и тръбопровода създава опасни условия за тръбата. Освен това се предлага опростена формула за оценка на допустимото изместване на разлома, като се вземат предвид повреди на ставите, дължащи се на аксиални сили. Оценките от опростената формула са съответстват на резултатите от симулацията. Накрая се разглеждат мерки за инсталиране на тръбопровод с високоефективни съединения.

33. Simeonov S., Hadjiyski K., **Ivanov R.**, The capabilities of the renovated national strong ground motion network, Proceedings: 10th Jubilee NC on TAM Conference, Volume II, Varna, Bulgaria, 2005, pp. 309-314

Националната мрежа за силни земетресения (SMN) предоставя информация за и свързана със сеизмичността на България, насочена към дейности за намаляване на риска от земетресения в страната. Създадена е през 1979 г. в CLSMEE, оборудвана с аналогови акселерографи. През 2004 г. мрежата беше преразгледана, отразявайки съвременните тенденции в развитието на подобни системи и снабдена с ново цифрово оборудване. Представени са предназначението, основните характеристики и възможностите на новите автономни цифрови акселерографи модел ETNA и 12-каналната сеизмична станция K2. Демонстрират се възможностите на новия специализиран софтуер

за обработка и анализ на сигнали. Обсъждат се основните цели на сеизмичното оборудване на конструкции. Специалният въпрос за използване на микротрептения за модална идентификация на сгради и конструкции, планирани за бъдещо постоянно измерване и сеизмичен мониторинг, също е третиран и илюстриран на практика. В заключение се обсъжда значението на SMN за съвременното „информационно общество” и необходимостта от увеличаване на нейната плътност.

34. Takada S., **Ivanov R.**, Kuwata Y., Analysis of a pipeline failure due to landslide during the Niigata-Chuetsu earthquake. (in Japanese), 24th Symposium of the Japanese Society on Natural Disasters, Sendai, Japan, 2005, pp. 1-2

При земетресението в Niigata Chuetsu през 2004 г. настъпи мащабно срутване на път 24. Тръбопровод от дуктилен чугун и полиетиленов тръбопровод положени под земята успоредно по пътя, бяха повредени. Дори при земетресението Hyogo-ken Nanbu не е имало случаи на повредени газови полиетиленови тръби дори при големи свлачища. Авторите имаха възможност да проучат щетите на водопровода като членове на изследователски екип на Министерството на здравеопазването, труда и социалните грижи. На същото място беше извършено и второ подробно проучване. В текста са сравнени резултатите за пораженията от проучването и симулацията чрез DEM и е демонстрирано добро съответствие.

35. **Ivanov R.**, A simple model for vehicle-structure interaction, Proceedings: International conference VSU 2006, Sofia, Bulgaria, 2006, pp. I-224 – I-228

Има много ситуации, при които е необходимо подробно познаване на ефектите, причинени от взаимодействието между движещи се превозни средства и носещата конструкция. Предложен е прост модел за числено моделиране на взаимодействието превозно средство-конструкция и е демонстрирана неговата ефективност. Ключовата характеристика на модела е явното представяне на проблема с контакта между колелото и повърхността на пътя, при което колелото, моделирано като въртящо се твърдо тяло, контактува с повърхността на пътя, моделирано като равнина, ограничена от конструкцията. Коравината на контакта отразява еластичните свойства на колелата. Колелата са свързани към шасито на превозното средство (твърда каросерия) чрез греди, отразяващи еластичните свойства на окачването. Превозното средство се привежда в движение чрез прилагане на въртящ момент към гумите. Силите, възникващи в контактна точка, се прехвърлят както към превозното средство, така и към конструкцията; по този начин се поддържа динамично равновесие през цялото стъпково решение във времевата област. Представени са времеви графици на вътрешни сили на конструкцията и ускорения вътре в превозното средство за различни входни данни, за да се демонстрират възможностите на модела.

36. **Ivanov R.**, The response of unanchored bodies subjected to 3-D seismic motion, Proceedings: DCB 2006; Design and construction of buildings and facilities, Bulgaria, 2006, pp. 326-331

В доклада е разгледано рагирането на незакотвени тела подложени на вибрации на основата. В началото са систематизирани досегашните изследователски постижения в тази област, включително и използваните изчислителни методи. Предложен е метод на дискретните елементи подходящ за симулиране на поведението на единично тяло стъпило върху основна плоскост, като метода е реализиран чрез компютърна програма. Проведен е демонстративен анализ на тяло заградено от под и четири стени. По време на анализа бяха успешно реализирани многократни удари с различни стени, както и всички възможни типове движение - неподвижно състояние, плъзгане, плъзкане с клатене, и клатене. Освен това бе реализиран един допълнителен тип движение – „ходене”, присъщ само за пространствени модели. Анализирано е поведението в режим на плъзгане в зависимост от броя компоненти на земното движение, максималното ускорение и коефициента на триене тяло-основа.

37. Simeonov S., Hadjiyski K., **Ivanov R.**, Full scale testing and dynamic identification of RC residential buildings. (in Bulgarian), Proceedings: DCB 2006; Design and construction of buildings and facilities, Bulgaria, 2006, pp. 320-325

Проведено е експериментално динамично изследване на новопостроени шестетажни скелетни стоманобетонени сгради (при нормални експлоатационни условия), с оглед предстоящото им оборудване със стационарна сеизмична апаратура за мониторинг. Регистрирани са микротрептенията на техните конструкции чрез мрежа от голям брой измервателни пунктове, като са реализирани по няколко експериментални сесии. Използвана е високочувствителна сеизмична апаратура от най-ново поколение с голям динамичен обхват. Динамичната идентификация чрез анализ на микротрептения е осъществена по две независими методики – във временната и в честотната област. Идентифицирани са собствени честоти, затихвания и съответни собствени форми на трептене за конструкциите на двете сгради. Осъщественото изследване, събраните експериментални данни и получените резултати предоставят реална възможност за усъвършенстване процеса на строителното проектиране и допринасят за ефективно намаляване на сеизмичния риск.

39. Tanaka Y., Takada S., Kuwata Y., **Ivanov R.**, Failure mechanisms of water PE pipelines subjected to landslides, 18 Symposium of the Kansai chapter of the JSCE, Japan, 2006, I-2

При земетресението в Niigata Chuetsu през 2004 г. настъпи мащабно срутване на път 24. Тръбопровод от дуктилен чугун и полиетиленов тръбопровод положени под земята успоредно по пътя, бяха повредени. Целта на това изследване е да се изясни механизмът на разрушаване на тръбопровода чрез симулиране на разрушаването на тръбопровода чрез числен анализ. Също така проверихме размера на свличане на земни маси, водещо до разрушаване на различни тръбопроводи. Свойствата на DIP съединението бяха използвани, както е предписано от производителя, а свойствата на съединенията за полиетиленова тръба бяха взети от резултати от изпитване. Използвани са две правдоподобни схеми на натоварване и са получени аксиалните сили и огъващите моменти в тръбите. Тъй като приложеното изместване е наклонено по отношение на оста на тръбопровода, сила на опън се появява от горната страна на тръбопровода, а огъване доминира в долната страна. Установено е, че силата на опън е водеща в механизма на разрушаване. Ако диаметърът беше 150 мм, разрушаването би било избегнато.

40. Shibata Y., Takada S., Kuwata Y., **Ivanov R.**, Relation between slip and overturning behaviour of furniture during earthquake and earthquake strength, 18 Symposium of the Kansai chapter of the JSCE, Japan, 2006, I-12

Предотвратяването на падане на мебели в стаите по време на земетресение води до намаляване на човешките щети. Важно е да се изясни връзката между поведението на накланяне и сеизмичния интензитет. Ето защо в това изследване използваме метода на дискретните елементи (DEM). Използвахме го, за да симулираме поведението на мебели по време на земетресение и проверихме степента на приплъзване на твърдото тяло и преобръщането на твърдото тяло от резултатите от анализа. Освен това сравнихме резултатите от анализа с въпросника за поведението на мебелите по време на земетресение.

41. **Ivanov R.**, DE-FE method for simulation of the behaviour of furniture during earthquake, 2006, 61 Annual conference of the JSCE, Japan, I-421

Формулиран е хибриден DE-FE за анализ на преобръщане на мебели, тествана е неговата точност и е демонстрирана способността му да симулира поведението на мебели по време на земетресение.

Използването на крайни елементи с висока производителност позволява точното моделиране на състоянието на напрежение и деформация в мебелите по всяко време, което позволява да се направи по-точна оценка на реакцията при сблъсък; отчита се разпространението на вълната в модела. В същото време алгоритъмът на DE позволява да се проведе решение без съставяне на матрица на коравина и контактната задача се решава лесно. Не е необходимо да се правят специални формулировки за отчитане геометрична нелинейност.

42. Shibata Y., Takada S., Kuwata Y., **Ivanov R.**, Furniture overturning analysis considering collision with walls, 61 Annual conference of the JSCE, Japan, 2006, I-293

В това проучване изследваме поведението на шкаф, поставен до стена. Извършен е анализ на сеизмичното реагиране във времето. Шкафът е моделиран като твърд правоъгълен паралелепипед. Численият анализ се основава на метода на дискретните елементи (DEM). Разгледани са три случая; 1. шкафът е свободно стоящ (далече от стените), 2. шкафът е до стена, 3. шкафът е на 5 см разстояние от стената. Изследван е механизъмът на събаряне като функция на позицията на шкафа и PGA на входното движение и случай 3 е идентифициран като най-безопасният.

43. Kuwata Y., Takada S., **Ivanov R.**, DEM Response Analysis of Buried Pipelines Crossing Faults and Proposal for a Simplified Method to Estimate Allowable Fault Displacements, Journal of Seismology and Earthquake Engineering, Iran, Vol. 8, No. 4, 2007, pp. 195-202

Тази статия изследва поведението на тръбопроводи от поливинилхлорид и дуктилен чугун по отношение на изместванията на разломи, използвайки метода на дискретните елементи (DEM) и предлага метод за оценка на допустимите измествания на разломите. При моделиране на тръби и съединения се вземат предвид нелинейните свойства на материала и характеристиките на съединението (позволяващи отделяне на съединенията). При даден набор от различни условия по отношение на материала на тръбата, диаметъра на тръбата, мястото на пресичане и ъгъла на пресичане, допустимото изместване на разлома, необходимо да причини до повреда на тръбата, се симулира числено. Резултатите показват, че остър ъгъл между линията на разлома и тръбопровода представлява опасно състояние за поведението на тръбопровода. Освен това се предлага опростена формула за оценка на допустимото изместване на разлома, която отчита повреди на ставите, дължащи се на аксиални сили. Оценката, постигната с тази формула, е в съответствие с резултатите, получени чрез числена симулация.

44. **Ivanov R.**, Computer program for structural analysis of embedded retaining walls, Proceedings: Sofia Metro Jubilee Conference, Sofia, Bulgaria, 2008, pp. 44-50

Шпунтовите подпорни стени са често прилагани в метростроителството. Разпонките и анкерите използвани за урепването им са временни конструкции, поради което икономичното им проектиране е от голяма важност. Предложена е компютърна програма, която изчислява усилията и преместванията в подпорни стени и укрепващите ги устройства, като отчита последователността от етапи на строителство, нелинейността на почвата и възможните преходи между активен, пасивен и земен натиск в покой. Резултатите получени от програмата са сравнени с резултати получени от натурни замервания, при което е установено много добро сходство.

46. Partov D., **Ivanov R.**, Design and Construction of the Orthotropic Steel Deck Bridge in Elin Pelin, Bulgaria, 2008, International Orthotropic Bridge Conference, Section - Design, 25-29.08.2008, Sacramento, California, USA, ASCE, (CD), pp. 116-124

В статията е представен 300-метровият ортотропен стоманен мост тип Gerber в град Елин Пелин (България). Подробности за тръжната процедура, като участници, изисквания за наддаване са

описани подробно. Следва описание на способностите на изпълнителя да предостави необходимата услуга, включително описание на модулните структури, в които са специализирани. След това конкретната предложена структура е описана подробно, включително структурно действие и подробен дизайн на ортотропното горно строене, всички основни и второстепенни конструктивни елементи. Накрая е дадено кратко описание на сеизмичното проектиране и техническите и икономическите ограничения, наложени на изпълнителя от клиента.

81. Partov D., **Ivanov R.**, Dinev D., The history of the first orthotropic bridge in Bulgaria, Proceedings: Recent Progress in Steel and Composite Structures – Gizejowski et al. (Eds) © Taylor & Francis Group, London, 2016, pp. 271-277

В статията е представен проектът за рехабилитация на подвижния мост във Варна след срутването му през 1975 г. Съществуващият стар мост е проектиран и построен от фирма „МАН” през 1939 г. През 1975 г. подвижната част и една от неподвижните части на моста е напълно унищожен от корабна авария. Реконструкцията включваше инсталиране на нова надстройка в два отсека, докато оригиналната конструкция в третия отсек беше запазена на място. Мостът представлява стоманена конструкция от 3 участъка с обща дължина 80,34 м. Подвижната и една неподвижна част са проектирани като просто подпряна мостова конструкция с ортотропно горно строене. Подвижният мост се състои от две еднакви ферми на Уорън с отвори от 31,62 м. Стационарните части са проектирани като просто подпрян мост с ортотропно горно строене. Горното строене се състои от две основни греди с височина 2,80м и разстояние между тях 8,00м.

88. A. D. Kaneva, I. Z. Paskaleva, **R. I. Ivanov**, I. Y. Ivanchev, A. N. Gorolomov (2019) SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT AND PIPE DAMAGE DATA ANALYSIS FOR THE 2012 PERNIK EARTHQUAKE IN BULGARIA ICONHIC 2nd International Conference on Natural Hazards & Infrastructure 23-26 June, 2019, Chania, Greece.

Земетресение с магнитуд Mw 5,6 удари Западна България на 22 май 2012 г., на 25 км югозападно от българската столица София и близо до Перник, най-близкият град до епицентъра. В ОУП на Община Перник, наред с проблемите на остарелите водопроводни и канализационни системи, се споменава, че вероятно това земетресение е причинило разместване на бетонните тръби, което е довело до запушване на сифон на градската канализация. Ефектът от това земетресение върху водопроводите и канализацията в Перник обаче остава неизвестен. Целта на тази изследователска работа е да се анализира вероятността от възникване на повреди, прекъсвания или течове във ВиК системите поради земетресението от 2012 г., въз основа на публични данни за тръбопроводите и оценка на ефектите от земетресението, по отношение на PGV и деформациите на почвата. Детайлно проучване на повредите на тръбите в системите преди и след земетресението е извършено на базата на данни за повреди/ремонти, събирани ежедневно от ВиК Перник.

92. **Ivanov R. I.** Seismic behaviour of brickwork chimneys in buildings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 951, IOP Publishing, 2020, ISSN:1757-8981, DOI:doi:10.1088/1757-899X/951/1/012017, pp. 1-6

Изграждането на комини от плътни тухли в сгради със скатни покриви е нещо обичайно в България почти век. Срутването на комин по време на земетресение може потенциално да доведе до щети, значително надхвърлящи загубата на самия комин, напр. частична повреда на покривната облицовка и течове, както и материални щети, нараняване или загуба на живот поради падане на отломки. Създаден е FEM модел, в който етажите на сградата са представени обобщено, докато коминът е моделиран явно като конзола, подпряна на нивото на покрива. Изчислени са вътрешните сили в комини с височина от 0,5 m до 2,0 m, принадлежащи на сгради с височина от два до седем етажа. Записи на ускорение от реални земетресения, действащи в основата на сградата с вариращо пиково

земно ускорение и преобладаващ период, бяха използвани за входно натоварване. Максималните напрежения на опън при фугите зидарията бяха изчислени и сравнени с типичната якост на опън на разтворите, използвани за изграждане на комини, за да се оцени възможността от срутване. Предложен е прост, нискотехнологичен метод за обновяване на съществуващи комини чрез нанасяне на слой мазилка на циментова основа с вградена мрежа от фибростъкло.

93. Zhelyazov T., **Ivanov R.** Numerical investigation of the mechanical behaviour of a structural element containing a self-healing agent. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1002, IOP Publishing, 2020, ISSN:1757-8981, DOI:10.1088/1757-899X/1002/1/012015, pp. 1-7

Тази статия представя виртуален експеримент върху поведението на самовъзстановяващ се материал от семейството на циментови композити, който съдържа заздравяващ агент. Числен модел на образец, направен от материал на основата на цимент и съдържащ лечебен агент, се подлага на конфигурацията на натоварване на теста за огъване в четири точки, при което силите се прилагат по квазистатичен начин. Поведението на излекувания образец се сравнява с поведението на образец, който не съдържа заздравяващ агент. За образца, който съдържа заздравяващ агент, се използват техники за хомогенизиране, за да се определят характеристиките на еквивалентния материал (композит на базата на цимент / заздравяващ агент) в зони, където са настъпили повреди и макропукнатини, т.е. зони, в които заздравяващият агент е активиран. Основният резултат от това изследване е формулирането и валидирането на подход за числена симулация, подходящ за моделиране на механичното поведение на самовъзстановяващи се композити на циментова основа.

96. **Ivanov, R.** Computation of source-to-site distance distributions for seismic hazard analysis. 35th International Conference on Information Technologies, InfoTech 2021 - Proceedings, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (IEEE), 2021, ISBN:978-166540324-5, DOI:10.1109/InfoTech52438.2021.9548120, pp. 19-22

Предложен е алгоритъм за изчисляване на разпределението на разстоянието от източник до обект, реализиран с език за програмиране VBA и е проверено е действието му. Алгоритъмът се състои от два етапа: първо се генерира облак от точки в зоната на източника и след това се изчислява разпределението на разстоянията от всяка точка до обекта. Разпределението се изразява като хистограма за дефинирани от потребителя диапазони между минималното и максималното разстояние.

97. Zhelyazov, T., **Ivanov, R.** Modeling of the behaviour of concrete elements containing a self-healing agent. IABSE Congress Ghent 2021: Structural Engineering for Future Societal Needs, IABSE, 2021, pp. 79-84

Този принос се фокусира върху численото моделиране и симулация на механичното поведение на структурни елементи, съдържащи заздравяващ агент. По-конкретно, дискутирано е моделирането чрез крайни елементи на механичното поведение на конструктивен елемент от обикновен бетон, съдържащ заздравяващ агент и подложен на различни условия на натоварване. Разработена е персонализирана числена процедура, предназначена за прилагане на базираната на Механика на повредите материален модел за бетон в код с крайни елементи с общо предназначение. Процедурата включва алгоритми за оценка на обема на новообразуваните пукнатини, възстановяване на твърдостта на структурния елемент поради затваряне на пукнатината, започване на зарастването и неговия ефект върху цялостното поведение на структурния елемент. Процедурата е демонстрирана чрез симулации на бетонен цилиндър, подложен на натиск и усукване.

98. Zhelyazov, T., **Ivanov, R.** Numerical simulation of cracking in concrete using damage mechanics. IABSE Congress, Christchurch 2020: Resilient Technologies for Sustainable Infrastructure - Proceedings, IABSE, 2021, ISBN:978-385748170-3, pp. 881-889

Механиката на повредите се използва за симулиране на възникването и разпространението на пукнатини в бетонни структурни елементи. За тази цел връзката напрежение-деформация за бетона се модифицира чрез въвеждане на променлива за повреда, която влияе на тензора на еластичността. Материалният модел базиран на повреда, дефиниран за бетон, е интегриран в код с крайни елементи с общо предназначение. Повредите, натрупани във всеки краен елемент, се определят количествено през цялата история на натоварване. Крайните елементи, при които е достигната критична стойност на повредата, се деактивират. Обемът на пукнатините също може да бъде приблизително оценен. Относителното количество пукнатини се счита от авторите за важна характеристика на материала в контекста на интелигентния, самовъзстановяващ се бетон. Той предоставя ценна информация за проектирането на интелигентен структурен елемент, а именно при оптимизиране на количеството и схемата за поставяне на заздравяващ агент.

103. Popova M., Oynakov E., Solakov D., Aleksandrova I., Dragomirov D., **Ivanov R.** Experimental Evaluation of the Dynamical Parameters f_0 and A_0 Using the Method HVSR. 11th Congress of the Balkan Geophysical Society, 10-14 October, Bucharest, 2021, pp. 1-5

Микрозонирането е една от основните задачи при анализа на сеизмичната опасност, сеизмичния риск и последващо планиране на мерки за намаляване на щетите от земетресения. За целите на микрорайонирането първо трябва да се определят динамичните характеристики на почвата. Тази информация може да бъде получена чрез инвазивни и отнемащи време методи. Допълнителни проблеми възникват в градска зона, където измерванията са повлияни от промишлен шум и трафик. Необходимо е разработването на бързи, ефективни и неинвазивни методи, насочени към оценка на сеизмичните характеристики на горните слоеве на земната кора. Пасивните сеизмични методи зависят от регистрирането и анализа на микросеизмичен шум от естествен, както и от антропогенен произход, като последният е много разпространен в градовете. В това изследване за целите на оценката на резонансните ефекти от сеизмичните вълни се използва методът на хоризонталното към вертикалното спектрално съотношение (HVSR) на микросеизмичния шум, който може да оцени връзката между почва/конструкция. За райони с потенциално висок сеизмичен риск, какъвто се наблюдава в района на София, този метод е подходящ. Този метод е подходящ за градска зона, тъй като не се нуждае от източници с изкуствен произход.

Изготвил:.....

/д-р инж. Р. Иванов/