



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
METAL CONSTRUCTIONS

№4, ТОМ 13 (2007) 187-193
УДК 624.21+550.343.4+699.841

(07)-0146-0

ЗАСОБИ ЗАПОБІГАННЯ СКИДАННЯ МЕТАЛЕВИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ З ОПОР ПРИ СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВАХ

М.І. Казакевич, В.М. Косяк

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна,
ул. Ак.Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна.
E-mail: Drigo-bridge@mail.ru*

Отримана 15 жовтня 2007; прийнята 22 жовтня 2007

Анотація. В статті наведені основні положення проектування сейсмостійких балочних мостів, описані принципові схеми передачі поздовжніх сейсмічних зусиль від прогонових будов на опори. Викладені розрахункові вимоги до конструкцій прогонових будов. Представлені результати розрахунку переміщень верха різних систем опор мостів при обпиранні на них металевих прогонових будов, виготовлених за типовими проектами 1960-1995 р.р. Розглянуті варіанти застосування металевих прогонових будов з різними конструкціями для запобігання їх скидання з опор при сейсмічних впливах. Наведені приклади застосування запобіжних конструкцій різних типів. Проаналізована ефективність застосування відомих типів засобів проти скидання металевих прогонових будов мостів з опор при сейсмічних навантаженнях. Сформульовані основні вимоги до вибору захисних конструкцій при проектуванні мостів з металевими прогоновими будовами в районах з підвищеною сейсмічністю.

Ключові слова: міст, метал, прогонові будови, сейсмічні впливи, засоби проти скидання, запобігання.

СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СБРОСА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

М.И. Казакевич, В.Н. Косяк

*Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна,
ул. Ак.Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина.
E-mail: Drigo-bridge@mail.ru*

Получена 15 октября 2007; принята 22 октября 2007

Аннотация. В статье приведены основные положения проектирования сейсмостойких балочных мостов, описаны принципиальные схемы передачи продольных сейсмических усилий от пролетных строений на опоры. Изложены расчетные требования к конструкциям пролетных строений. Представлены результаты расчета перемещений верха разных систем опор мостов при опирании на них металлических пролетных строений, изготовленных по типовым проектам 1960-1995 г.г. Рассмотрены варианты применения металлических пролетных строений с различными конструкциями для предотвращения их сбрасывания с опор при сейсмических воздействиях. Приведены примеры применения предохранительных конструкций различных типов. Проанализирована эффективность применения известных типов средств против сбрасывания металлических пролетных строений мостов с опор при

сейсмических нагрузках. Сформулированы основные требования к выбору защитных конструкций при проектировании мостов с металлическими пролетными строениями в районах с повышенной сейсмичностью.

Ключевые слова: мост, металл, пролетные строения, сейсмические воздействия, способы против сброса, предотвращение.

WAYS OF PREVENTING A FALL OF METALLIC BRIDGE SPANS UNDER SEISMIC LOADS

M.I. Kazakevich, V.M. Kosyak

*Dnipropetrovs'k V. Lazaryan National University of Railway Transport,
2, Acad. Lazaryana Str., 49010, Dnipropetrovs'k, Ukraine.
E-mail: Drigo-bridge@mail.ru*

Received 15 October 2007; accepted 22 October 2007

Abstract. There are given the main principles of designing seismic beam bridges and the basic diagrams of transferring longitudinal seismic stresses from span onto supports are described. Procedures of designing span structures are set forth in the article. There are given the results of designing top movements of different bridge bearing arrangements when metallic spans made by the standard designs of the years 1960-1995 rest on them. There are described the variants of using metallic spans of different designs to prevent their throwing down from supports under seismic loads. There are given the examples of using preventive structures of different types. Operating efficiency of using the known means against throwing down bridge metallic spans from the supports under seismic loads has been analyzed. There have put forward the basic requirements to choose protective structures when designing bridges with metallic spans in the areas of higher seismicity.

Keywords: bridge, metal, spans, seismic loads, ways against throwing down, prevention.

Постановка проблеми

В зв'язку зі змінами в сейсмічному районуванні території України, відображеними в [1], виникає потреба у спеціалізованому захисті як нових, так і існуючих штучних споруд від сейсмічних впливів. Ряд особливостей конструкцій мостів – наявність елементів великої довжини, значна протяжність в плані, відмінні динамічні властивості прогонових будов і опор, неоднорідність ґрунтових умов в основі фундаментів опор, можливість приєднання маси води до маси проміжної опори при сейсмічних коливаннях і необхідність врахування бічного тиску ґрунтів підхідних насипів на стояни – обумовлюють їх поведінку при землетрусах. При обґрунтованому застосуванні антисейсмічних пристроїв на мостах і шляхопроводах можна суттєво підвищити їх сейсмостійкість при порівняно незначних матеріальних затратах і звести до мінімуму пошкодження елементів споруд при землетрусах, час і витрати на їх відновлення.

Аналіз попередніх досліджень

В сейсмостійкому будівництві застосовуються практично всі відомі схеми мостів. Найбільше поширення в різних країнах отримали балочні мости, які не мають обмежень щодо довжини прогонових будов та висоти опор. Перевага надається розрізним балочним регулярним системам – з рівними розрахунковими прольотами і опорами однакової висоти, які при розташуванні на однорідних ґрунтах забезпечують динамічну однорідність структури вздовж споруди.

Одне з основних питань при проектуванні розрізних балочних мостів полягає у виборі способу передачі поздовжніх сейсмічних сил інерції від ваги прогонових будов на опори.

Кожна прогонова будова розрізного мосту, як правило, обпирається на дві рухомих і дві нерухомих опорні частини [2-5]. При цьому сейсмічні сили передаються через нерухомі опорні частини на відповідну опору. Використання такої схеми обпирання не потребує змін в конструкції розрізних прогонових будов.

Відоме технічне рішення, при якому позовжні сейсмічні сили з усіх прогонових будов мосту передаються на одну з опор моста, яка виконується підсиленою. При цьому між прогоновими будовами влаштовують шарнірні в'язі, які не зашкоджують розрізності системи, а всі опорні частини, крім розташованих на підсиленій опорі – рухомі. Міст значної довжини може бути розділений на секції з кількох прогонових будов, які передають зусилля на підсилені опори.

Для віадуків та високих мостів доцільною для застосування є схема з обпиранням всіх прогонових будов на нерухомі опорні частини на проміжних опорах і одному з стоянів, і на рухомі опорні частини на іншому стояні. При такій схемі прогонові будови шарнірно зв'язані з усіма проміжними опорами та одним із стоянів. Поздовжня сейсмічна сила розподіляється між опорами пропорційно їх жорсткості вздовж мосту і більшою частиною передається на стоян підвищеної жорсткості з обпиранням нерухомих опорних частин.

Сейсмічні коливання, як правило, мають багаточастотний склад з неперервним спектром в діапазоні періодів від 0.03 до 2.0 с. Максимум спектральних кривих, відповідний до основних періодів коливань, знаходиться в діапазоні від 0.2 до 0.7 с.

Аналіз руйнування балочних мостів від сейсмічних впливів свідчить, що найчастіше відбуваються руйнування опор, викликані порушен-

ням їх цілісності та переміщень відносно проектного положення (зсувів, нахилів, осідань тощо) і пошкодження прогонових будов внаслідок їх скидання з підферментних площадок або падіння з опор. Основними причинами таких пошкоджень є горизонтальні сейсмічні сили, сейсмічний бічний тиск ґрунтів на стояни і гідравлічний тиск на проміжні опори. Небезпечними внаслідок зниження запасів стійкості споруди є вертикальні сейсмічні сили, зниження несучої здатності основ опор внаслідок зміни механічних властивостей ґрунтів та розвитку остаточних деформацій в ґрунтах, які стають причиною взаємного переміщення опор.

Мета роботи

Систематизація існуючих засобів запобігання скидання металевих прогонових будов з опор мостів при сейсмічних навантаженнях і розробка рекомендацій щодо їх застосування на транспортних спорудах України.

Матеріал дослідження

В ході дослідження були порівняні історичні та сучасні підходи до проектування сейсмостійких мостів, викладені в [10-15]. Відмічена спільна тенденція переходу до багаторівневого проектування. Сучасний підхід до проектування транспортних споруд, зокрема мостів, прийнятий в багатьох країнах світу, передбачає розрахунок

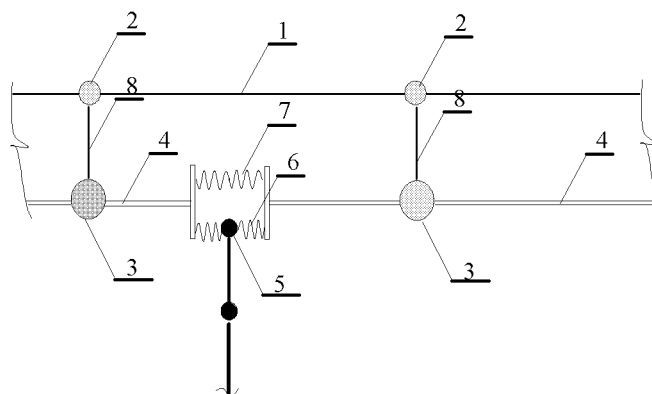


Рис. 1. Розрахункова схема для врахування сумісних коливань опор і прогонових будов мосту при сейсмічних коливаннях: 1 - рейки і контррейки; 2 - маса верхньої будови колії; 3 - маса прогонової будови; 4 - прогонова будова; 5 - верхня маса опори; 6 - податливі опорні частини; 7 - заповнення між прогоновими будовами; 8 - підрейкова основа.

споруд на два типи впливів – проектний і максимальний розрахунковий землетрус. Наприклад, в Єврокодi [10] міститься рекомендація при розрахунках споруд застосовувати два граничних стани – «максимальний граничний стан» («ultimate limit states» = «ULS»), який може виникнути при сильному землетрусі з повторюваністю один раз в 1000...3000 років і «граничний стан, що допускає експлуатаційну придатність» («serviceability limit states» = «SLS») - при відносно слабкому проектному землетрусі з повторюваністю раз в 100...300 років. При виникненні «ULS» споруда або її елементи можуть зазнати пошкоджень, але повинні забезпечити збереженість життя людей. При «ULS» споруда не повинна втратити експлуатаційні характеристики. Нормативні документи Росії визначають всі мости довжиною більше 500 м як особливо складні об'єкти високого рівня відповідальності. В нормах [12] виділені дві категорії за частотою повторюваності землетрусів – раз в 150 років і раз в 2500 років. Для мостів, віднесених за рівнем відповідальності до трьох груп (звичайні мости, важливі мости і мости вирішального значення), чітко визначені вимоги до експлуатаційних якостей і рівні можливих пошкоджень.

Для захисту від сейсмічних впливів типу «SLS» можливе застосування спеціальних засобів сейсмосахисту – конструкцій з в'язями, що вмикаються (вимикаються) при сейсмічних впливах, антисейсмічних пристроїв та спеціальних типів опорних частин [16-21].

Коректне врахування сил тертя в опорних частинах, впливу верхньої будови колії і взаємної дії суміжних прогонових будов при крутильних коливаннях.

Відповідно до розрахункової схеми, представленої на рис. 1, були виконані розрахунки

на сейсмічні коливання одно- дво- і багатопрілітних мостів, в яких враховані понад 2000 можливих комбінацій обпирання металевих прогонових будов, виготовлених за типовими проектами 1960-1995 р.р через коткові, валкові і секторні опорні частини на опори трьох основних типів – монолітні масивні з нахиленими гранями, монолітні ярусні з вертикальними гранями і збірно-монолітні з контурних блоків. В таблиці 1 наведений приклад вибору розрахункової схеми відповідно до рівня розрахункових прискорень, відповідних розрахунковій сейсмічності території розташування моста.

Основні результати розрахунку опубліковані в [21].

Розрахунок систем сейсмоізоляції здійснюється на пакет акселерограм землетрусів відповідної сили. На основі математичного моделювання, відповідно до визначених розрахунком переміщень верха опори можуть бути підібрані елементи сейсмоізоляції - конструкції опорних частин і антисейсмічних пристроїв, призначених для запобігання скидання прогонової будови з підферменної тумби і падіння з опори.

При виборі способу завдання сейсмічного впливу дуже важливо правильно задати амплітуду і частоту коливань, і одночасно виключити дефекти записів. Залежно від можливості визначити власні частоти споруди до розрахунку сейсмоізоляції, можливі два підходи до моделювання штучних акселерограм – виходячи з одної акселерограми із заданим спектром або при розгляді групи процесів, налаштованих на власні частоти коливань споруди в цілому та її окремих елементів.

В напрямку розробки способів сейсмосахисту та сейсмоізоляції транспортних споруд і

Таблиця 1.

Тип опорних частин	ПЗ=«ULS»			МПЗ=«SLS»		
	Розрахункова бальність			Розрахункова бальність		
	7	8	9	7	8	9
	Рівень розрахункових прискорень A_{K_1} в долях g			Рівень розрахункових прискорень A , в долях g		
	0.025	0.05	0.1	0.1	0.2	0.4
коткові	рама	Рама/стержень	Рама/стержень	стержень	стержень	стержень
тангенційні	рама	рама	рама	рама	Рама/стержень	стержень

конструкції мостів з антисейсмічними пристроями був проведений патентний пошук протягом 25 років по СРСР, Україні, Росії, Німеччині, Японії, США. Необхідно зазначити, що в СРСР була зареєстрована найбільша кількість оригінальних ідей, теоретичних основ сейсмозахисту і сейсмоізоляції, однак впровадження їх на практиці відставало внаслідок недостатнього наукового обґрунтування і відсутності гарантій забезпечення надійності. В США і Японії, а також в кількох країнах, розміщених в активних сейсмічних зонах, з 1990 р. елементи сейсмозахисту стали обов'язковими при проектуванні транспортних споруд. Напрямки розробки засобів сейсмозахисту і сейсмоізоляції можуть бути віднесені до таких основних груп:

1. Проста сейсмоізоляція (влаштування гнучких сейсмоізолюючих опорних частин, в яких відновлююча сила забезпечується за рахунок пружних сил або сил тяжіння, замість нерухомих на всіх опорах мосту). Вибір параметрів простої сейсмоізоляції залежить від відношення маси прогонової будови до приведеної маси опори. Рекомендації щодо оптимальної настройки параметрів такої системи при співвідношенні менше 2 містять [22]. При співвідношенні більше 2 оптимальна настройка неможлива, тому необхідно забезпечити необхідне переміщення опорної частини; це питання детально розглянуто в [23].
2. Об'єднуюча сейсмоізоляція (влаштування гнучких сейсмоізолюючих опорних частин замість традиційних на всіх опорах, при цьому міст об'єднується в єдину рамну систему з пружним з'єднанням прогонових будов та опор), дозволяє перерозподіляти навантаження між опорами моста, застосовується для розвантаження високих руслових опор. Застосування обмежене необхідністю забезпечення температурних переміщень кінців прогонових будов (максимальна довжина мосту 100 м при прогонових будовах до 30 м). Широко розповсюджена в країнах Європи, США.
3. Сильно демпфована сейсмоізоляція (встановлення спеціальних демпферів, сила опору в яких не менше відновлюючої сили в опорних частинах). Потребує чіткого визначення величини параметра демпферів, оскільки перевищення сил демпфірування призводить до зро-

стання інерційного навантаження і знижує ефективність сейсмоізоляції, а при недостатньому демпфіруванні виникають значні відносні переміщення опор, що може призвести до падіння прогонових будов з опор.

4. Система динамічного гасіння коливань (встановлення кожної прогонової будови на одній опорі – на сейсмоізолюючій гнучкій опорній частині, а на іншій – на рухомій опорній частині). Дозволяє здійснювати настройку системи по жорсткості та демпфіруванню (методика наведена в [25]). При правильному виборі параметрів настройки можна суттєво (в декілька разів) знизити розрахункові зусилля при ПЗ=«ULS» і пошкоджуваність опор при МРЗ=«SLS».

Світовими лідерами в розробці сейсмоізолюючих елементів для транспортних споруд є фірма «MAURER SOHNE» (Німеччина), FIP-Industriale (США), ALGA (Італія). Основними напрямками вдосконалення сейсмоізолюючих систем, призначених утримувати металеві прогонові будови на опорах під час сейсмічних впливів, є застосування новітніх матеріалів і технологій, використання напіваактивних систем сейсмоізоляції та використання нетрадиційних видів обертаючих сил.

В технічних рішеннях, запропонованих для мостів, застосовуються нові металеві сплави, здатні розсіювати значну кількість енергії, і конструктивне розміщення елементів, яке дозволяє ефективно розсіювати енергію сейсмічних коливань. Підвищене демпфірування забезпечує спеціально підібрана робоча рідина – свинець та його сплави. Для демпфірування використовується також принципово нова технологія – фрикційно-рухомі з'єднання.

Ще одним видом пристроїв, які застосовуються для запобігання падіння прогонових будов з опор мостів, є стопори і обмежувачі поперечних деформацій. По суті такі елементи є додатковими в'язями, закріплені в верхній частині опор. Їх розраховують на руйнування при очікуваних параметрах сейсмічних впливів, після чого відбудеться різке переміщення прогонової будови відносно опори – удар об пружний стопор. Гасіння частини енергії удару забезпечує зміну частот сейсмічних хвиль, навантаження буде виведено з діапазону частот власних коливань елементів мосту, і резонансні

коливання, які призводять до руйнування основних конструкцій, не виникнуть.

На основі тенденцій розвитку конструкцій сейсмозахисту і сейсмоізоляції мостів авторами статті були розроблені кілька технічних рішень, на які отримані патенти України на винаходи і корисні моделі [31-33].

Висновки і рекомендації

1. Основна задача проектування мостів в сейсмонебезпечних районах – забезпечення нечутливості їх елементів до деформацій та переміщень, викликаних сейсмічними впливами при землетрусах різної інтенсивності.
2. Доцільно застосовувати конструкції та споруди, центр ваги яких розміщений максимально низько, а власна вага і жорсткість мінімальні та розміщені симетрично.
3. Для виготовлення сейсмостійких споруд слід використовувати будівельні матеріали, які мають високу міцність, незначну вагу і однорідні пружні властивості.
4. Основні елементи прогонових будов і опор необхідно проектувати замкнутого перерізу в вертикальному і горизонтальному напрямках.
5. При виборі типів фундаментів перевагу слід надавати міцним конструкціям з достатньою глибиною закладення, з обпиранням на однорідну ґрунтову основу.
6. В проектних рішеннях необхідно застосовувати спеціальні пристрої та улаштування, які знижують інтенсивність коливальних процесів, які опора передає на прогонові будови при сейсмічних впливах. Детальні рекомендації щодо підвищення ефективності інженерного захисту транспортних споруд від сейсмічних впливів викладені в [34].

Література

1. ДБН В.1.1-12:2006 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівництво в сейсмічних районах України. – К., 2006.
2. Barr J/ The seismic safety of bridges: A view from the design office//12-th European Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd, Oxford, UK, 2002.
3. Skinner R.I., Robinon W.H. McVerry G.H. An introduction to seismic isolation. New Zealand. John Wiley & Sons. 1993, 353 p.
4. Earthquake resistant design for civil engineering structures. Earth structures and foundation in Japan. / The Japan Soc. of Civ. Eng.
5. Kubo K. Aseismicity of Suspension Bridges Forced to Vibrate Longitudinally. Proc. SWCEE, Tokyo-Kyoto, 1960.
6. Карцивадзе Г.Н., Медведев С.В., Напетваридзе Ш.Г. Сейсмостойкое строительство за рубежом. – Госстройиздат, 1958.
7. Карцивадзе Г.Н., Словинский Ю.В. Экспериментальное исследование продольных сейсмических колебаний балочных мостов с высокими опорами./ Труды Грузинского политехн. ин-та им. В.И. Ленина, №3, 1967.
8. Карцивадзе Г.Н. Сейсмостойкость дорожных искусственных сооружений. – М.: Тр., 1974. – 260 с.
9. Чуднецов В.П. Разрушения балочных мостов во время сильных землетрясений. В сб.: Труды Фрунзенского политехн. ин-та, серия «Строительство», – 1965, – Вып. 8.
10. Єврокод
11. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах. – М. МИНСТРОЙ России, 1995.
12. Программа разработки нормативных документов на 2005-2006 годы/ Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений – 2005. – №2. – С. 62-64.
13. Нормы США і Канади АТС-18-1, АТС-32, – 1996-1999 р.р.
14. Норми Японії
15. Норми Німеччини DIN-8
16. Айзенберг Я.М. Сооружения с выключающимися связями для сейсмических районов. – М.: Стройиздат, 1976.
17. Айзенберг Я.М., Нейман А.И., Абакаров А.Д., Деглина М.М., Чачуа Т.Л. Адаптивные системы сейсмической защиты сооружений. – М.: Наука. – 1978. – 246 с.
18. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С-Пб: Изд-во ВНИИГ, 1993. – 175 с.
19. Кузнецова И.О. Опыт применения систем специальной сейсмозащиты в транспортном строительстве.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 1995. – №4.
20. Косяк В.Н. Применение конструкций с выключающимися связями для защиты опор мостов от сейсмических воздействий. Тезисы докладов. – С-Пб., IV Савиновские чтения, 2004.
21. Косяк В.М., Зотов О.В. Дослідження роботи мостів при сейсмічних впливах. – Дніпропетровськ, Вісник ДІПТу, 2004.
22. РСН-44-88. Инструкция по оценке сейсмостойкости эксплуатируемых мостов на сети железных и автомобильных дорог (на территории Туркменской ССР).
23. Верхолин В.А. Особенности расчета и подбора параметров сейсмоизоляции мостов.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – №2/2004 – С. 44-48.

24. Азаев Т., Кузнєцова И.О., Уздин А.М. Оценка сейсмостойкости мостов по условию сброса пролетных строений с опор.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - №1/2003 – С. 38-40.
25. Смирнов В. К вопросу о применении двухмассовых гасителей для сейсмозащиты сооружений.// Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №1/2004 – С. 36-39.
26. Савинов О.А. Сейсмоизоляция сооружений (концепция, принципы устройства, особенности расчета)// Избранные статьи и доклады «Динамические задачи строительной техники», С-Пб, 1993. – С. 155-178.
27. Чуднецов В.П. Опорная часть моста. А.с. СССР, МКИ 9/02, №579371, 1977.
28. Чуднецов В.П. Опорная часть моста. А.с. СССР, МКИ 9/02, №779497, 1980.
29. Чуднецов В.П. Опорная часть моста. А.с. СССР, МКИ 9/02, №781256, 1980.
30. Чуднецов В.П. Опорная часть моста. А.с. СССР, МКИ 9/02, №804754, 1980.
31. М.І. Казакевич, В.М. Косяк. Сейсмостійкий фундамент. 69109 А, 2004.
32. Косяк В.М. Сейсмостійка опора, 2004.
33. Косяк В.М. Сейсмостійка опорна частина, 2006.
34. Косяк В.М. Опорна частина, 2006.
35. М.І. Казакевич, В.М. Косяк. Рекомендації щодо підвищення ефективності інженерного захисту транспортних споруд від сейсмічних впливів. – Дніпропетровськ, Наука і освіта, 2006. – 44 с.

Казакевич Михайло Ісаакович, заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри «Мости» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. Дійсний член Транспортної академії України. Член Української Асоціації з металевих конструкцій. Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, динаміка і аеродинаміка будівельних конструкцій.

Косяк Вікторія Миколаївна є доцентом кафедри «Мости» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна. Член Міжнародної організації по мостах і будівельних конструкціях IABSE. Наукові інтереси: розрахунок і проектування мостів, сейсмостійкість транспортних споруд.

Казакевич Михаил Исаакович, заслуженный деятель науки и техники Украины, профессор кафедры «Мосты» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. Действительный член Транспортной академии Украины. Член Украинской Ассоциации по металлическим конструкциям. Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, динамика и аэродинамика строительных конструкций.

Косяк Виктория Николаевна является доцентом кафедры «Мосты» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна. Член Международной организации по мостам и строительным конструкциям IABSE. Научные интересы: расчет и проектирование мостов, сейсмостойкость транспортных сооружений.

Kazakevych Mykhaylo Isaakovych is an Honored worker of science and engineering of Ukraine, professor of the «Bridges» Department at Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. He is a member of the Transport academy of Ukraine, a member of the Ukrainian Association of Metal Structures. Scientific interests: operating reliability of metal structures, dynamics and aerodynamics of structures.

Kosyak Viktoriya Nickolajevna is an associated professor of the Department «Bridges» of Dnepropetrovsk National academician V. Lazaryan University of Railway Transport (DIT). A member of the International Association for Bridge and Structural Engineering IABSE. Her research interests: design and designing bridges, ways of earthquake protection of bridges, buildings and structures.