

УДК 624.94.012.45

д.т.н., проф. ТИМЧЕНКО Р.О.,
д.т.н., проф. ПОПОВ С.О., к.т.н. КРІШКО Д.А.,
к.т.н., доц., НАСТИЧ О.Б., ХОРУЖЕНКО І.В.,
Криворізький національний університет

КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ ЕНЕРГОПОГЛИНАЧА ДЛЯ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Розглядаються основні конструктивні рішення енергопоглиначів для каркасних будівель та споруд, а також запропоновано альтернативне конструктивне рішення енергопоглинача удосконаленої конструкції

Ключові слова: зв'язевий каркас, деформації, енергопоглинач, сейсмостійкість.

Стан питання. Обширність сейсмонебезпечних районів природного і техногенного характеру займає значну площу України. Відтак, проблема підвищення сейсмостійкості будівель та споруд, що будуються в цих районах, не повинна бути недооцінена. Надійність роботи несучих конструкцій будівель повинна гарантувати безпеку життя людей і збереження матеріальних цінностей [1].

У минулому були запропоновані різні конструктивні рішення для сприйняття деформацій, які включають в себе різноманітні підсилення. Велика частина конструкцій підсилення була розроблена в різних модифікаціях, але в зв'язку з високою вартістю, це залишається перешкодою при їх реалізації. Оцінка вразливості каркасу – необхідний крок при виборі шляху його підсилення [2].

Мета дослідження. Для сприйняття каркасами будівель і споруд деформацій розглядається необхідність посилення і його масштаби, оцінка і прогноз очікуваного ефекту деформаційного впливу за допомогою чисельних методів, оцінка ефекту від цих впливів на несучі елементи будівель і споруд, визначення бажаного або прийняттого рівня пошкодження будівлі або споруди після отриманого впливу.

Основна частина. Сильні землетруси є рідкісними подіями, які можуть впливати на будівельні майданчики з інтервалом в сотні років. Враховуючи це, економічно недоцільно проектування каркасів, які могли б протистояти великим, хоча рідкісним землетрусам без пошкоджень. Замість цього, будівельні норми і правила приймають іншу концепцію, прагнучи забезпечити безпечну експлуатацію, уникаючи катастрофічних руйнувань викликаних

землетрусом, в той же час дозволяючи часткове пошкодження несучих і не несучих конструкцій [2, 3].

Зв'язеві та рамно-зв'язові металеві каркаси багатопверхових сейсмостійких будівель, як правило, більш економічні за рамні, тому їм слід віддавати перевагу, якщо це можливо за архітектурно-планувальними міркуваннями. Для збільшення енергопоглинаючої здатності таких каркасів в систему зв'язків включені спеціальні елементи, що працюють в пластичній стадії. Це дозволяє без великих витрат підвищити дисипативні властивості металевих каркасів та знизити сейсмічні навантаження, завдяки чому підвищується сейсмостійкість будівель та знижується металоємність несучих конструкцій. З економічної точки зору ефективними є каркаси підвищеної жорсткості та каркаси з шаховим розташуванням ферм, які до того ж мають високу жорсткість.

У якості енергопоглинаючих пристроїв для зв'язевих каркасів застосовують енергопоглиначі пластинчастого, кільцевого, трубчастого, балочного та зсувного типів. Вдалими з точки зору планування приміщень можуть виявитися коробчасті схеми каркасів. Застосування залізобетонних діафрагм та пластинчастих енергопоглиначів забезпечує високу жорсткість будівлі [9].

Схема каркасу з шаховим розташуванням поперечних ферм висотою в поверх та поздовжніми зв'язками порталного типу по колонах крайніх рядів економічна, дозволяє просто вирішувати планування та швидко монтувати конструкції, так як всі монтажні з'єднання виконуються на болтах. Для підвищення сейсмостійкості такого каркасу в систему зв'язків включають пластинчасті або гідравлічні енергопоглиначі [10].

В якості альтернативного конструктивного рішення було запропоновано енергопоглинач, аналогом якого за своєю суттю є енергопоглинач кільцевого типу [8].

Задачею запропонованого енергопоглинача є удосконалення конструкції зв'язку за рахунок додавання жорстко закріпленого прямокутного контуру в центр зв'язку, що дозволяє перерозподілити зусилля по всіх вузлах комірки каркасу. Технічний результат полягає у перерозподілі зусиль по всіх вузлах комірки, тим самим зменшуючи вплив на центральній вузол [12].

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що енергопоглинач, розміщений у комірці каркасу, утвореної ригелями і колонами, включає в себе залізобетонні парні диски трикутної форми, жорстко прикріплені однією стороною до колон і до ригелів з утворенням діагонально розміщених в комірці зазорів між іншими сторонами дисків і їх вільними вершинами, які мають криволінійну форму, при чому між криволінійними вершинами дисків розташований еліптичний або круглий демпфер зі сталеві стрічки, який

прикріплений до вершин анкерними болтами, а в зазорах між сторонами дисків знаходиться демпфер зі сталеві стрічки в формі синусоїди, прикріплений до дисків анкерними болтами. Трикутні диски додатково розділені на 2 частини зазорами, що розташовуються паралельно до ригелів і колон, в яких також знаходяться демпфери у формі синусоїди зі сталеві стрічки, яка прикріплена до дисків анкерними болтами (рис.1).

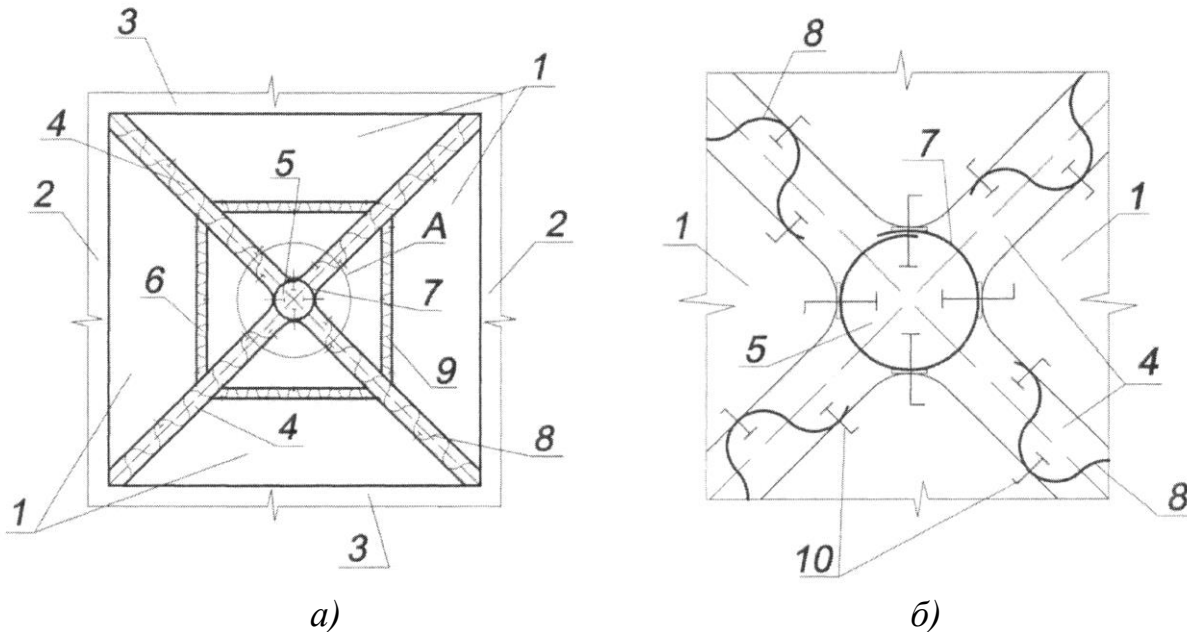


Рис.1. Енергопоглинач:

а) загальна будова; б) вузол А

- 1 – парні трикутні диски; 2 – колони; 3 – ригелі; 4 – зазори між діагональними сторонами дисків; 5 – зазори між вільними кінцями дисків;
6 – зазори, що паралельні колонам і ригелям; 7 – демпфер круглої або еліптичної форми; 8, 9 – демпфер у формі синусоїди; 10 – анкерні болти.

Робота запропонованого енергопоглинача реалізується наступним чином. При сейсмічній дії справа наліво на комірку, що обмежується колонами 2 та ригелями 3, лівий крайній диск 1 буде працювати на стиск, лівий верхній і нижній демпфери 8, які знаходяться в зазорах 4, зазнаватимуть зусилля стиснення. Демпфер 7, який знаходиться в зазорі 5, працює на стиск і вигин, праві верхні і нижні демпфери 8 будуть стискатися, нижній, верхній і правий диски 1 працюватимуть на вигин, демпфери 9, розташовані в зазорах 6, також будуть стискатися. При цьому частина дисків 1, які з'єднані з центральним демпфером 7, будуть відчувати нерівномірне обтиснення з усіх боків. При дії сейсмічного навантаження зліва направо робота елементів змінюється на протилежну. При асиметричному сейсмічному навантаженні додаткові демпфери 9 будуть перерозподіляти зусилля між усіма вузлами конструкції, направляючи частину навантаження на жорсткі вузли з'єднання ригелів 3 і колон 2, тим самим зменшуючи пікові значення зусиль в елементах. Внаслідок

цього ефекту даний енергопоглинач підвищить стійкість каркасу при сейсмічних впливах.

У порівнянні з прототипом, альтернативний енергопоглинач забезпечує кращу роботу каркасу в умовах асиметричного сейсмічного навантаження. Цей енергопоглинач може бути використаний як зв'язки каркасного будинку, що зводиться в умовах сейсмічних впливів. Він дозволяє істотно знизити сейсмічну дію на каркас будівлі, а також відрізняється високою надійністю експлуатації в умовах асиметричного сейсмічного навантаження, при слабких ґрунтах, при виникненні нерівномірного поля коливання ґрунту.

Треба також зазначити, що при заляганні в основі каркасного будинку слабких ґрунтів необхідний комплексний підхід до вирішення завдання сейсмостійкості. Будівлю слід розглядати як цілісну систему «надфундаментна конструкція - фундамент - основа».

Висновки. Здатність елементів поглинати енергію зовнішніх впливів при роботі в різних стадіях є основним критерієм сейсмостійкості металевих каркасів будівель і споруд. Запропонована схема використання енергопоглинача специфічної конструкції із круглими та еліптичними демпферами в поперечній рамі дозволить істотно зберегти цілісність каркасу при сейсмічних та деформаційних впливах.

Список використаної літератури:

1. Остриков Г.М., Максимов Ю.С. Стальные сейсмостойкие каркасы многоэтажных зданий. – Алма-Ата: Казахстан, 1985. – 120с.
2. Pampanin, S., Bulletin of the New Zealand Society for earthquake engineering, June 2006, Vol 39, No 2., – P.120-133.
3. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings. – 89 p.
4. ДБН В.2.6-163:2010 Сталеві конструкції – К. Минрегионбуд, 2011. – 127 с.
5. Hamburger, Ronald O., Krawinkler, Helmut, Malley, James O., and Adan, Scott M. (2009). "Seismic design of steel special moment frames: a guide for practicing engineers," NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 2, produced by the NEHRP Consultants Joint Venture, a partnership of the Applied Technology Council and the Consortium of Universities for Research in Earthquake Engineering, for the National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD., NIST GCR 09-917-3. – 33 p.
6. Бородин Л.А., Остриков Г.М., Новиков В.Л. Связи каркасов сейсмостойких зданий с элементами, работающими в пластической стадии. – «Промышленное строительство», 1980, №11. – С. 134-138.
7. Корчинский И.Л., Бородин Л.А., Остриков Г.М. Конструктивные мероприятия, обеспечивающие повышение сохранности каркасов зданий во время землетрясений. – «Строительство и архитектура Узбекистана», 1977, №3. – С. 77-79.
8. Остриков Г.М., Максимов Ю.С., Новиков В.Л. Новые конструктивные формы многоэтажных каркасов повышенной сейсмостойкости зданий. – Материалы международного симпозиума. «Основные направления развития стальных конструкций и современные методы их изготовления». М., 1978. – С. 91-98.

9. Timchenko R.A. Effective design solutions for deformation absorption // R.A. Timchenko, S.O. Popov, D.A. Krishko, M.O Kravchenko / Містобудування та територіальне планування – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 51 – С. 606-613.

10. Ажермачев Г.А. Работа кольцевого энергопоглотителя при знакопеременном циклическом нагружении/ Г.А Ажермачев., А.З. Абдурахманов // Строительство и техногенная безопасность: сб. научн. трудов. – Вып. 35. – Симферополь: НАПКС, 2011 С. 243-246

11. Абдурахманов А.З. Особенности работы энергопоглотителя кольцевого типа при знакопеременной нагрузке / А.З. Абдурахманов // Б90 Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво)/ Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. - Вип. 76. – К.: ДП НДІБК, 2012, ТОВ «Видавництво Сталь», 2012 – С. 503-511

12. Энергопоглинач: пат.№93129 Україна: МПК E04H 9/02 (2006.01) / Тімченко Р.О., Попов С.О., Крішко Д.А., Богатинський В.В., Кравченко М.О.: ДВНЗ «КНУ». – №201401294; заявл. 10.02.14; опубл. 25.09.14, Бюл. №18. – 4 с.

Анотация

В статье рассматриваются основные конструктивные решения энергопоглотителей для каркасных зданий и сооружений, а также предложено альтернативное конструктивное решение энергопоглотителя усовершенствованной конструкции

Ключевые слова: связевой каркас, деформации, энергопоглотитель, сейсмостойкость.

Annotation.

The article reviews the main structural solutions of energy sinks for the frame buildings and structures, and proposed an alternative design solution of energy sink which has an improved construction

Key words: bond frame, deformation, energy sink, seismic stability.