

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук., проф., Д.А. КРИШКО, канд. тех. наук, ст. викл.,
В.О. САВЕНКО, канд. тех. наук, молод. наук. співроб., С.А. КОВАЛЬ, магістрант
Криворізький національний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОПОГЛИНАЧІВ У МЕТАЛЕВИХ КАРКАСАХ БУДІВЕЛЬ

Мета. Розробка способів посилення сейсмозахисту, розрахункової оцінки та прогнозу очікуваного ефекту деформційного впливу на основі динамічних систем є важливим напрямом науки про сейсмостійке будівництво.

Методи дослідження. Набули розвитку розробка та практичне застосування пристроїв сейсмозахисту та сейсмоізоляції різних видів будівель, споруд, обладнання, що знижують інтенсивність сейсмічних навантажень та підвищують їх сейсмостійкість. Запропоновано різноманітні конструкції сейсмоізоляції, що відрізняються принципом дії, характером роботи. Для низки конструкцій сейсмоізоляції проведено численні дослідження теоретичного та експериментального характеру, в результаті яких отримано дані про їх ефективність, яка зазвичай оцінюється за двома критеріями: ступенем зниження інерційних сейсмічних навантажень на споруду та величиною відносних зсувів об'єкта, що захищається, щодо основи або фундаменту. Проблема підвищення сейсмостійкості споруд різного призначення (енергетичних, транспортних, об'єктів промислового та цивільного будівництва) пов'язана з використанням різних засобів сейсмоізоляції та сейсмозахисту. Досвід досліджень розрахунково-теоретичного та експериментального характеру, переконливо доводить ефективність та перспективність методів підвищення сейсмостійкості.

Наукова новизна. Здатність елементів поглинати енергію зовнішніх впливів під час роботи на різних стадіях є основним критерієм сейсмостійкості металевих каркасів будівель та споруд.

Практична значимість. При проектуванні будівель та споруд, призначених для будівництва в сейсмічних районах, рекомендується застосовувати активні системи сейсмозахисту, які знижують сейсмічні навантаження. Звичайні заходи з сейсмозахисту (пасивні системи) зводяться в основному до підвищення несучої здатності елементів і конструкцій. Такі заходи не знижують сейсмічних навантажень на будівлі та споруди, а лише враховують їх. Застосування енергопоглиначів зменшує енергію сейсмічного впливу на каркас будівлі. В цьому випадку зусилля в основних елементах каркасу зменшуються, що призводить до економії сталі та підвищення сейсмостійкості будівель. Елементи енергопоглиначів повинні виготовлятися із сталі з високими пластичними властивостями.

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

Ключові слова: металеві каркаси; енергопоглиначі; гасителі коливань; сейсмостійкість.

doi:10.31721/2306-5451-2022-1-54-115-121

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. При проектуванні будівель та споруд у сейсмічних районах велика увага приділяється проблемі зниження сейсмічних навантажень. Одним із способів вирішення цієї проблеми є встановлення на будівлю (споруду) гасників коливань. Гасники використовують для призупинення коливань різних напрямів. Параметри додаткової системи, яку представляє собою гасник, підбираються такими, щоб маса гасника коливалася в режимі антирезонансу. В ідеальному випадку динамічна сила повинна врівноважуватись силами, що виникають в пружному зв'язку гасника. Однак через недосконалість реальної системи (зокрема, через наявність значного поглинання енергії при коливаннях конструкції), повністю нейтралізувати її переміщення неможливо [1-3].

Аналіз останніх досліджень. Останнім часом у будівельній науці та практиці набули широкого розвитку розробка та практичне застосування пристроїв сейсмозахисту та сейсмоізоляції різних видів будівель, споруд, обладнання, що знижують інтенсивність сейсмічних навантажень та підвищують їх сейсмостійкість. Запропоновано різноманітні конструкції сейсмоізоляції, що відрізняються принципом дії, характером роботи. Для низки конструкцій сейсмоізоляції проведено численні дослідження теоретичного та експериментального характеру, в результаті яких отримано дані про їх ефективність, яка зазвичай оцінюється за двома критеріями: ступенем зниження інерційних сейсмічних навантажень на спорудження та величиною відносних зсувів об'єкта, що захищається, щодо основи або фундаменту [4-7].

В даний час у багатьох країнах, з метою зниження сейсмічного ризику, проводяться фундаментальні та прикладні дослідження в галузі активного сейсмозахисту будівель та споруд. За напрямом сейсмічних розрахунків конструкцій будівель та споруд та дослідженням сейсмозахисту будівель та споруд займалися такі вчені як Я.М. Айзенберг, М.Ф. Барштейн, А.М. Бірбраєр, В.А. Биховський, І.І. Гольденблат, А.В. Дукарт, Т.Ж. Жунусов, Л.Ш. Килимник, Б.Г. Коренев, А.М. Курзанов, В.Л. Мондрус, С.В. Поляков, О.А. Савінов, В.І. Смірнов,

Н.М. Складнєв, І.М. Рабінович, Ю.Л. Рутман, С.П.Тимошенко, Уздін, Ю.Д., Черепинський, Е.Е. Хачіян, Н. Ньюмарк, Ш. Окамота, Е. Розенблует, А.К. Chopra, R.I. Skinner, W.N. Robinson, J.M. Kelly, A.K. Chopra, I. Hirokazu та ін. [1-16].

Потребує наукового обґрунтування ряд необхідних даних для розрахунку сейсмоізолюваних споруд, зокрема, для формування пакету розрахункових впливів на споруди. Вирішуючи питання про застосування сейсмозахисту, необхідно враховувати, що досить серйозні роботи з дослідження активних систем сейсмозахисту розпочато порівняно недавно.

Постановка задачі. Важливим напрямом науки про сейсмостійке будівництво стає розробка способів посилення сейсмозахисту, розрахункової оцінки та прогнозу очікуваного ефекту деформаційного впливу на основі різних динамічних систем.

Виклад матеріалу і результати. Проблема підвищення сейсмостійкості споруд різного призначення (енергетичних, транспортних, об'єктів промислового та цивільного будівництва) пов'язана з використанням різних засобів сейсмоізоляції та сейсмозахисту. За останні десятиліття накопичено значний досвід досліджень розрахунково-теоретичного та експериментального характеру, які переконливо довели ефективність та перспективність методів підвищення сейсмостійкості.

Однак до цього часу при проектуванні подібних систем у виборі того чи іншого варіанту системи сейсмоізоляції та сейсмозахисту з вельми численного арсеналу запропонованих конструктивних рішень виникає ряд труднощів, обумовлених різними причинами, які можна поділити на три групи:

перша – пов'язана з невизначеністю вихідних даних щодо прогнозованих сейсмічних впливів;

друга – пов'язана з необхідністю врахування змін характеристик матеріалів та окремих елементів конструкції споруди в умовах поєднання статичних та інтенсивних низькочастотних сейсмічних впливів;

третья – обумовлена відсутністю нормативних методик оцінки ефективності тієї чи іншої системи сейсмоізоляції чи сейсмозахисту споруди загалом із використанням таких систем.

Для підвищення надійності сейсмоізолюваних споруд додатково можуть бути застосовані зв'язки, що включаються або вимикаються, демпфери і т.п. Спеціальні системи сейсмозахисту почали активно застосовуватися в сейсмостійкому будівництві та розробляється теорія роботи таких систем. Відповідно до сформованих підходів до сейсмозахисту будівель і споруд сейсмозахист прийнято поділяти на традиційний і спеціальний. Традиційний сейсмозахист передбачає заходи щодо сприйняття сейсмічних навантажень. Оскільки сейсмічні навантаження є чисто зовнішніми, а генеруються самою конструкцією у процесі сейсмічних коливань, з'являється можливість розробки заходів, вкладених у зміну самих сейсмічних сил. Такі сейсмозахисні заходи було названо спеціальними. Спеціальний сейсмозахист поділяється на сейсмогасіння та сейсмоізоляцію.

Сейсмоізоляція представляє собою систему спірання споруди, що забезпечує зменшення енергії, що передається споруді в процесі сейсмічних коливань, за рахунок установки в деякому рівні елементів підвищеної податливості, що призводять до відбудови спектру споруди від спектра впливу в довгоперіодну область. В даний час сейсмоізоляцію можна вважати найбільш перспективним засобом сейсмозахисту будівель та споруд, що зводяться в районах із сейсмічністю вище 8 балів. У світі збудовано в даний час тисячі сейсмоізолюваних будівель та споруд. На рис.1. наведено класифікацію існуючих систем сейсмозахисту за принципом їх роботи.

Всі системи сейсмоізоляції поділяються на стаціонарні та адаптивні. Стаціонарні системи зберігають свої пружно-демпфуючі характеристики у процесі коливань, а адаптивні - незворотно змінюють свої параметри, пристосовуючись до програми навантаження (сейсмічного впливу). Теорія адаптивних систем розвинена в роботах Я.М.Айзенберга [10]. Стаціонарні системи сейсмоізоляції можуть бути поділені на системи з силою, що відновлює, і без неї. У свою чергу системи сейсмоізоляції з відновлюючою силою поділяються на пружні та гравітаційні. У перших відновлює сила пружності, а в других – сила тяжіння.

В останні роки активно розвивається напрям сейсмозахисту, пов'язаний з використанням спеціальних гасників – пружньо-пластичних пристроїв, так званих енергопоглиначів (рис. 1), поглинання енергії в яких відбувається за рахунок пластичного деформування сталі. Перевагою

таких поглиначів є те, що вони мають невеликі розміри, їх можна використовувати в спорудах різних конструктивних схем, вони надійні в роботі, мають високу енергопоглинаючу здатність і мають можливість легкої заміни в разі потреби.

Енергопоглинаючі пристрої розрізняють за конструктивним виконанням робочих елементів і за способом їх деформування. Найбільш перспективними є пружнопластичні енергопоглинаючі пристрої, що встановлюються у систему вертикальних зв'язків по колонах.

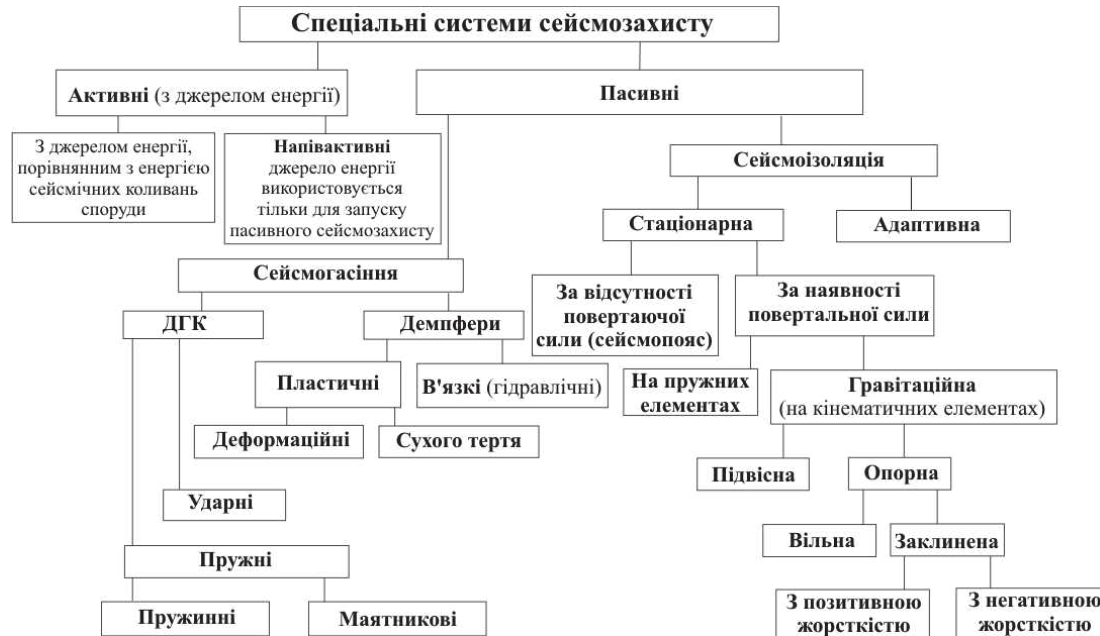


Рис. 1. Класифікація систем сейсмоізоляції за принципом їхньої роботи

Всі елементи енергопоглиначів, що працюють у пластичній стадії, повинні виготовлятися з пластичної сталі, а конструктивні форми цих елементів повинні відрізнятися плавністю, що дозволяє уникнути концентрації деформацій та підвищити циклічну міцність та довговічність енергопоглиначів. Деякі конструктивні рішення енергопоглиначів показано на рис. 2 [1].

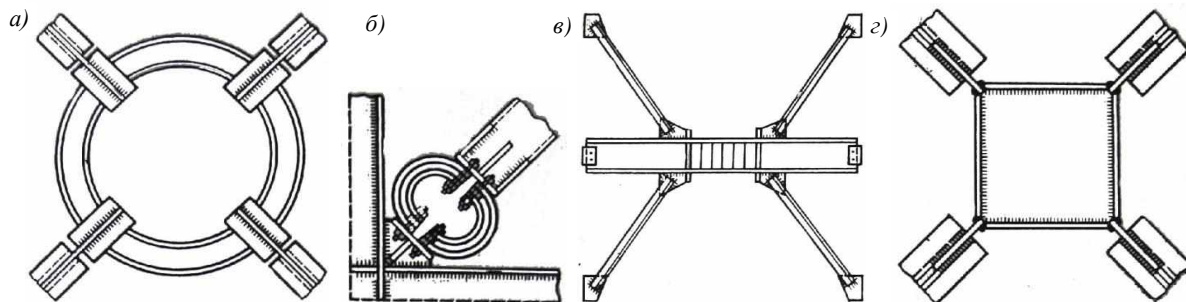


Рис. 2. Енергопоглиначі: а – кільцевий; б – трубчастий; в – балковий; г – зсувний

Залежно від характеру роботи конструктивні форми енергопоглиначів можна розділити на кілька груп. До першої групи можна віднести стрижневі енергопоглиначі. Виконуються вони з круглих стрижнів чи пластин. Такі енергопоглиначі встановлюються в каркасах із жорсткими діафрагмами та напіврозкосними зв'язками. Їхні головні недоліки – висока складність виготовлення та відносно низька питома енергоемність.

До другої групи відносяться кільцеві енергопоглинаючі пристрої (рис. 3а, б). Вони дуже добре працюють у пластичній стадії на знакозмінні малоциклові навантаження, також вони прості у виготовленні. Дані енергопоглиначі двотаврового перерізу рекомендується встановлювати у хрестових зв'язках, що працюють на розтягнення та стиснення. Для підвищення енергопоглинаючої здатності кільця його пояси виготовляють різного перерізу, стінки виконують з гофрованої сталі. При великій довжині розкосів раціональним вважається установка бікільцевого енергопоглиначя, виготовленого з круглих труб. Конструкція вузлових кріплень забезпечує роботу хрестових зв'язків тільки на розтягнення, що вигідно при великій гнучкос-

ті. Модифікуючи параметри кілець можна забезпечити їх одночасну роботу у пластичній стадії, якщо потрібно – лише одного з них. Монтаж конструкції полегшують болтові з'єднання зі зв'язками.

Розрахункова схема поперечної рами каркасу з кільцевим енергопоглиначем показано на рис. 3в. Передбачається, що рама працює пружно, а включені у зв'язку енергопоглиначі - у пружнопластичній стадії. За наближеними формулами визначають період основного тону коливань рамно-зв'язкової системи, далі знаходять горизонтальні сейсмічні навантаження. Приймаючи жорсткість рамного елемента, що дорівнює 0,2-0,3 від загальної жорсткості системи, обчислюють сейсмічні навантаження, що сприймаються рамою та зв'язками.

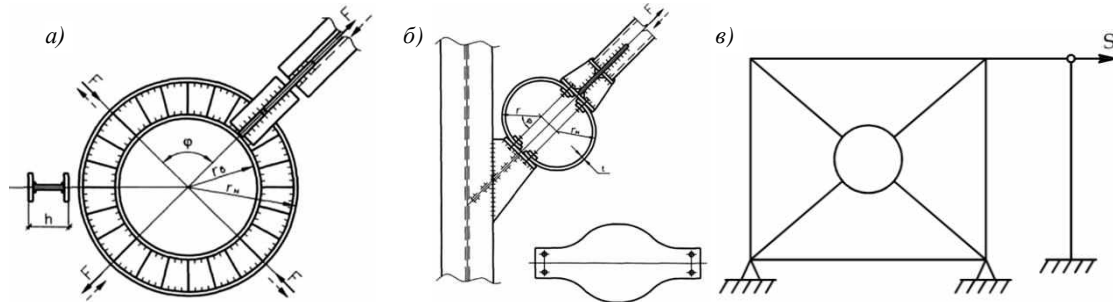


Рис. 3. Кільцеві енергопоглиначі: а – двотаврового перетину; б – листового перерізу; в – розрахункова схема кільця

Вертикальні навантаження сприймаються лише рамою каркасу, розрахунок якої виконується за звичайною методикою. Розподілення горизонтальних сейсмічних навантажень дозволяє визначити перерізи елементів рами, зв'язків та енергопоглиначів, після чого легко перебуває фактична жорсткість усієї системи та рами.

Енергопоглиначі третьої групи – трубчасті енергопоглинаючі пристрої, що мають високу енергопоглинаючу здатність. Виконуються такі пристрої із напівкілець товстих круглих труб із вузловими з'єднаннями на болтах. Трубчасті енергопоглиначі прості у виготовленні та монтажі, встановлюються вони у напіврозкосних та порталних зв'язках. При зміні ширини кілець по епюрі згинальних моментів, пластичну роботу включається 60–80 % обсягу металу, що підвищує питому енергоємність трубчастих енергопоглиначів.

Поглинання енергії у енергопоглиначів балкового типу (рис. 4) йде за рахунок пластичної роботи згинального елемента двотаврового перерізу. Вони встановлюються колонами замість зв'язків, мають Т-подібну форму. Балковий елемент виконується з гофрованою стінкою та зонами рівного опору, що підвищує енергоємність таких енергопоглиначів. Установка балкових енергопоглиначів замість звичайних зв'язків підвищує деформативність каркасу, що дозволяє зменшувати сейсмічні навантаження у невисоких будинках. Основним недоліком таких енергопоглиначів є велика витрата металу. Енергопоглиначі балкового типу можна віднести до четвертої групи.

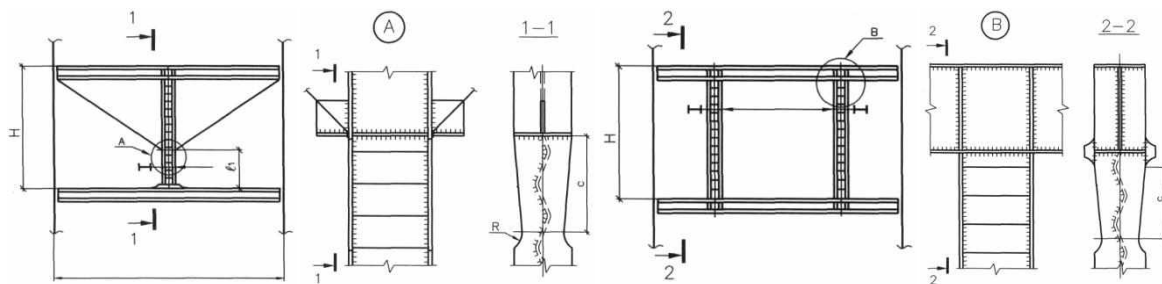


Рис. 4. Енергопоглиначі балкового типу

До п'ятої групи належать енергопоглиначі, що працюють на зсув (рис. 5). Форми таких енергопоглиначів різноманітні. Вони мають найбільшу питому енергоємність, прості у виготовленні і дуже жорсткі, що важливо для високих будівель.

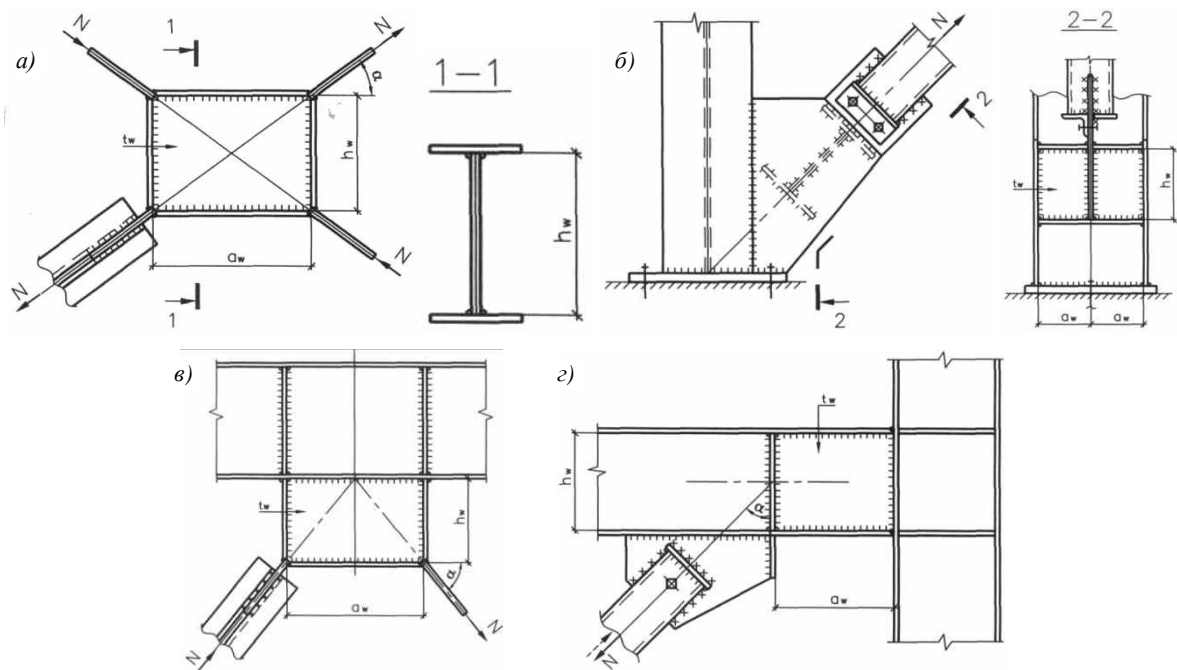


Рис. 5. Зсувні енергопоглиначі: *a* – для хрестових зв'язків; *б* – для розкісних зв'язків; *в* – для напіврозкосних зв'язків; *г* – з розцентрованими зв'язками

Було запропоновано конструктивне рішення енергопоглинача кільцевого типу (рис. 6) [17-19].

Рис.6. Енергопоглинач кільцевого типу: 1 – парні трикутні диски; 2 – колони; 3 – ригелі; 4 – зазори між діагональними сторонами дисків; 5 – зазори між вільними кінцями дисків; 6 – зазори, паралельні колонам та ригелям; 7 – демпфер круглої чи еліптичної форми; 8, 9 – демпфер у формі синусоїди; 10 – анкерні болти

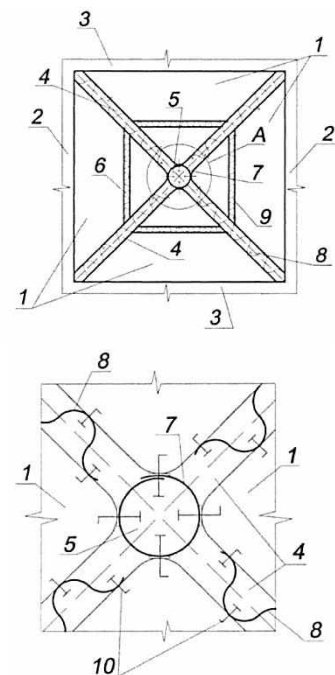
Удосконалення конструкції зв'язку здійснюється за рахунок додавання жорстко закріпленого прямокутного контуру до центру зв'язку, що дозволяє перерозподілити зусилля по всіх вузлах осередку каркасу. Технічний результат полягає у зменшенні на центральний вузол за рахунок перерозподілу зусиль по всіх вузлах осередку.

Енергопоглинач, розміщений в осередку 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 осередку зазорів між іншими сторонами дисків та їх вільними вершинами вершинами дисків розташований еліптичний або круглий демпфер зі сталеві стрічки, прикріплений до вершин анкерними болтами, а зазорах між сторонами дисків знаходиться демпфер зі сталеві стрічки у формі синусоїди, прикріплений до дисків анкерними болтами.

Було запропоновано конструктивне рішення енергопоглинача кільцевого типу (рис. 6) [17-19].

Удосконалення конструкції зв'язку здійснюється за рахунок додавання жорстко закріпленого прямокутного контуру до центру зв'язку, що дозволяє перерозподілити зусилля по всіх вузлах осередку каркасу. Технічний результат полягає у зменшенні на центральний вузол за рахунок перерозподілу зусиль по всіх вузлах осередку.

Енергопоглинач, розміщений в осередку 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 осередку зазорів між іншими сторонами дисків та їх вільними вершинами вершинами дисків розташований еліптичний або круглий демпфер зі сталеві стрічки, прикріплений до вершин анкерними болтами, а зазорах між



сторонами дисків знаходиться демпфер зі сталеві стрічки у формі синусоїди, прикріплений до дисків анкерними болтами.

Трикутні диски додатково розділені на 2 частини зазорами, що розташовуються паралельно ригелям і колонам, в яких також знаходяться демпфери у формі синусоїди зі сталеві стрічки, прикріпленої до анкерних дисків болтами.

Енергопоглинач працює наступним чином.

При сейсмічній дії праворуч наліво на комірку, що обмежується колонами 2 і ригелями 3, крайній лівий диск 1 буде працювати на стиск, лівий верхній і нижній демпфери 8, що знаходяться в зазорах 4, будуть відчувати зусилля стиснення.

Демпфер 7, що знаходиться в зазорі 5, працює на стиск і вигин, праві верхні та нижні демпфери 8 стискатимуться, нижній, верхній і правий диски 1 будуть працювати на вигин, демпфери 9, розташовані в зазорах 6, також стискатимуться. При цьому частина дисків 1, з'єднаних з центральним демпфером 7, будуть відчувати нерівномірне обтискання з усіх боків.

При дії сейсмічного навантаження зліва праворуч робота елементів змінюється на протилежну. При асиметричному сейсмічному навантаженні додаткові демпфери 9 перерозподілять зусилля між усіма вузлами конструкції, направляючи частину навантаження на жорсткі вузли з'єднань ригелів 3 і колон 2, тим самим зменшуючи пікові значення зусиль в елементах.

Внаслідок цього ефекту даний енергопоглинач підвищить стійкість каркаса при сейсмічних впливах.

Цей енергопоглинач забезпечує кращу роботу каркасу в умовах асиметричного сейсмічного навантаження і може бути використаний як зв'язок каркасного будинку, що зводиться в умовах сейсмічних впливів.

Він дозволяє суттєво 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.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Таким чином, при проектуванні будівель та споруд, призначених для будівництва в сейсмічних районах, рекомендується застосовувати активні системи сейсмозахисту, які знижують сейсмічні навантаження. Звичайні заходи з сейсмозахисту (пасивні системи) зводяться в основному до підвищення несучої здатності елементів і конструкцій. Такі заходи не знижують сейсмічних навантажень на будівлі та споруди, а лише враховують їх.

Застосування енергопоглиначів зменшує енергію сейсмічного навантаження на каркас будівлі. В цьому випадку зусилля в основних елементах каркасу зменшуються, що призводить до економії сталі та підвищення сейсмостійкості будівель. Елементи енергопоглиначів повинні виготовлятися із сталі з високими пластичними властивостями.

Отримані в результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень сейсмозольованих конструкцій дані ще не достатні, щоб робити остаточні висновки щодо їх ефективності та надійності. Загальний підхід до проектування сейсмостійких будівель та вибору захисних конструктивних заходів істотно залежить від специфічних умов будівництва рідко може бути безпосередньо використаний у різних умовах.

Список літератури

1. Сейсмоизоляция. Современное состояние / Т. А. Белаш, В. С. Беляев, А. М. Уздин, А. А. Ермошин, И. О. Кузнецова // В сб. «Избранные статьи профессора О.А.Савинова и ключевые доклады, представленные на четвертые Савиновские чтения». – Санкт-Петербург: ЗАО «Ленинградский Промстройпроект». – 2004. – С. 95-128.
2. Сахаров О. А. К вопросу задания сейсмического воздействия при многоуровневом проектировании сейсмостойких конструкций // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2004. – № 4. – С. 7-9.
3. Немчинов Ю. И. Особенности строительства в сейсмических районах Украины и совершенствование норм проектирования зданий и сооружений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, – 2000. – № 1. – С. 8-15.
4. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings. – Brussels: 2004. – 89 p.
5. ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції – К.: Мінрегіонбуд, 2011. – 127 с.
6. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України +Зміна №1. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 118 с.
7. Рекомендации по определению сейсмической нагрузки для сооружений с учетом пространственного характера воздействия и работы конструкции / Ю. П. Назаров, Н. А. Николаенко, А. Т. Штоль, Г. В. Мамаева, А. Ш. Ревшвили //ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М.: 1989. – 142 с.

8. Устройства для сейсмоизоляции зданий, промышленных объектов и их оборудования / **В. С. Беляев, В. Д. Гуськов, В. Г. Долбенков, Ю. Л. Рутман** // Вестник ИНЖЭКОНА. – 2007. – № 6 (19). – С. 114-120.
9. **Остриков Г. М., Максимов Ю. С.** Пособие по расчету и конструированию стальных сейсмостойких каркасов многоэтажных зданий (в развитие СНиП РК 2.03-04-2001). – Алма-Ата: Казахстан, 2003. – Ч. 1. – 52 с.
10. **Айзенберг Я. М.** Сооружения с выключающимися связями для сейсмических районов – М.: Стройиздат, 1976. – С. 229.
11. **Уздин А. М., Сандович Т. А., Самих Амин Аль-Насер-Мохомад.** Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений – Санкт-Петербург: ВНИИГ, 1993. – С. 175.
12. **Skinner R. I., Robinon W. H., McVerry G. H.** An introduction to seismic isolation // New Zealand. John Wiley & Sons. – 1993. – p. 353.
13. **Банах В. А., Банах А. В.** Учет деформированной схемы зданий в расчетных моделях при расчете на сейсмические воздействия // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК, 2006. – Вип. 64. – С. 132-139.
14. **Егупов К. В.** Проблемы проектирования протяженных и несимметричных сооружений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2000. – №1. – С. 23-29.
15. **Rampanin S.** Bulletin of the New Zealand Society for earthquake engineering. – 2006. – Vol 39. – No 2. – P. 120-133.
16. **Ажермачев Г. А., Абдурахманов А. З.** Работа кольцевого энергопоглотителя при знакопеременном циклическом нагружении // Строительство и техногенная безопасность: сб. научн. трудов. – Симферополь: НАПКС, 2011. – Вип. 35. – С. 243-246.
17. 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.
18. Пат. 93128 Україна, МПК E04H 9/02. Сейсмостійкий каркас багатопверхової будівлі: 93128 Україна, МПК E04H 9/02 **Тімченко Р. О., Попов С. О., Крішко Д. А., Богатинський В. В., Кравченко М. О.** (Україна). – № у 2014 01293; Заявл. 10.02.14; Опубл. 25.09.14, Бюл. № 18. – 4 с.
19. Пат. 93129 Україна, МПК E04H 9/02. Енергопоглинач: 93129 Україна, МПК E04H 9/02 **Тімченко Р. О., Попов С. О., Крішко Д. А., Богатинський В. В., Кравченко М. О.** (Україна). – № у 2014 01294; Заявл. 10.02.14; Опубл. 25.09.14, Бюл. № 18. – 4 с.
- Рукопис подано до редакції 21.03.2022

УДК 622.271.0123.004.15

С. О. ЖУКОВ, д-р техн. наук, проф.,

О.М. КОСТЯНСЬКИЙ, канд. техн. наук, Науково-дослідний гірничорудний інститут,
Криворізький національний університет

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖОПОТОКІВ ДПП КОНВЕЙЄРНИХ ПІДЙОМНИКІВ В НАСТУПНОМУ ПЕРІОДІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Мета. Необхідність обліку обсягів руди транспортованої на ДПП конвеєрного підйомника у наступний період відпрацювання кар'єру ставить питання про встановлення залежностей, що дозволять прогнозувати на розрахунковий період показники, які визначають обсяги транспортування руди на ДПП та оцінювати формування вантажопотоків автомобільно-конвеєрного комплексу, достатні для забезпечення потужності збагачувальної фабрики.

Методи досліджень: для вирішення поставленого завдання у дослідженні використовуються: метод аналізу (виділення та вивчення окремих показників); аналітичний метод дослідження; системний підхід (розгляд об'єкта як системи); метод дедукції (загальна залежність функції характеризує також її окрему ділянку); метод абстрагування (при використанні залежності розподілу обсягів руди); метод моделювання (встановлення функціональної залежності глибини положення центру тяжкості даної рудної ділянки).

Наукова новизна. Обґрунтовано взаємозв'язок між функціональною залежністю, що описує розподіл руди за глибиною кар'єру та показниками, що характеризують рудні вантажопотоки. При цьому розроблено методичний підхід для визначення показників формування вантажопотоків на ДПП конвеєрних підйомників розташованих усередині робочої зони кар'єру на основі встановленої залежності положення центру тяжкості видобувної ділянки, що обслуговується даним ДПП. Враховуючи, що в сучасних глибоких кар'єрах обсяги руди, що видобувається і транспортується автомобільно-конвеєрним комплексом протягом року можуть становити 30 млн т, одне з важливих завдань проектувальників полягає в пошуку шляхів збільшення пропускної спроможності транспортних комплексів шляхом вдосконалення вантажопотоків.

Практичне значення. Враховуючи узагальнюючий характер методики дослідження, викладені рекомендації прийнятні та можуть застосовуватися при екстреній оцінці вантажопотоків очікуваних обсягів руди автомобільним транспортом на ДПП конвеєрних підйомників у кар'єрі за період, що розглядається. Цей підхід дозволить отримати технологічний ефект за рахунок підвищення завантаження ДПП конвеєрних підйомників.

Область використання даного дослідження може бути поширена на всі ГЗК Кривбаса: ПівнГЗК, ІнГЗК, ЦГЗК, АрселорМіттал Кривий Ріг, а також на інші залізородні кар'єри.