



ТЕОРЕТИЧНІ І ПРИКЛАДНІ ПИТАННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ПРОТИЗСУВНИХ СПОРУД У СЕЙСМОНЕБЕЗПЕЧНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

К. О. Хавкін, Ю. І. Калюх

Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»,

5/2, вул. І. Климєнка, г. Київ, Україна, 03680.

E-mail: kalyukh2002@rambler.ru

Отримана 14 січня 2014; прийнята 28 березня 2014.

Анотація. Паспортизація будівель і споруд є першочерговим етапом робіт із забезпечення необхідного і економічно доцільного рівня сейсмостійкості будівельних об'єктів в умовах морального та фізичного зносу, уточнення сейсмічної небезпеки і подальшого вдосконалення діючих норм з проектування та будівництва в сейсмічних районах України. Паспортизація будівель і споруд (БС) переслідують дві основні мети: порівняльна оцінка фактичної сейсмостійкості БС з уточненою сейсмічністю території (визначення дефіциту сейсмостійкості БС); виявлення найбільш сейсмонезбезпечних об'єктів, що потребують першочергового підсилення або перепрофілювання. У статті розглянуто теоретико-методологічні та практичні питання динамічної паспортизації протизсувних споруд. Існуючі методики паспортизації умовно можна розділити на три групи: методи експертних оцінок, розрахунково-аналітичні методи, методи технічної діагностики. На підставі описаних вище переваг і недоліків, властивих кожному з трьох підходів, методичні проблеми паспортизації можна звести до двох основних проблем. Перша проблема — це коректне визначення критерію при оцінці сейсмостійкості обстежуваних будівель чи споруд: експертна оцінка, що відображає ступінь відповідності об'єкта конструктивним вимогам ДБН; розрахунково-аналітична оцінка сейсмостійкості, що відповідає умовним сейсмічним навантаженням ДБН; результати технічної діагностики БС. Друга проблема — це визначення необхідного рівня впливу, при якому досліджується динамічна структура споруди: мікродинамічний рівень при пружній стадії роботи конструкцій або рівень навантаження, відповідний роботі конструкцій будівлі за межею пружності. Найбільш простим способом визначення динамічних характеристик будівель є реєстрація мікросейсмів. При цьому не потрібно здійснювати спеціальні штучні збудження коливання ґрунту або споруди. Реєструючи мікросейсми в будь-який час, можна робити відповідні масові вимірювання і в короткий термін накопичувати статистичний матеріал з паспортизації будівель. Показано, як за допомогою сейсмометричного устаткування можна проводити аналіз вільних коливань малої амплітуди будівель і споруд, отримати їх динамічні характеристики: основні періоди і форми вільних коливань, логарифмічні декременти і т. д. Єдиної узаконеної на рівні ДБН або стандарту загальноприйнятої методики динамічної паспортизації на сьогоднішній день в Україні не існує. З огляду на що, вдосконалення методів обстеження БС для оцінки їх фактичної сейсмостійкості, в т. ч. з урахуванням фізичного зносу конструкцій, є актуальним завданням. У результаті аналізу вільних коливань БС можна отримати наступні динамічні характеристики: основні періоди і форми вільних коливань будівель і споруд, логарифмічні декременти коливань і т. д. В результаті динамічної паспортизації протизсувних споруд та дренажної галереї м. Чернівці отримані необхідні динамічні дані. За результатами динамічної паспортизації та технічного обстеження підготовлені відповідні рекомендації, які вже враховані місцевими органами влади м. Чернівці при проведенні відновлюваних робіт та реконструкції дренажної галереї.

Ключові слова: вільні коливання, паспортизація, протизсувні споруди.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПАСПОРТИЗАЦИИ ПРОТИВОПОЛЗНЕВЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЕЙСМООПАСНЫХ РЕГИОНАХ УКРАИНЫ

К. А. Хавкин, Ю. И. Калюх

*Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт строительных конструкций»,
5/2, ул. И. Клименко, г. Киев, Украина, 03680.
E-mail: kalyukh2002@rambler.ru*

Получена 14 января 2014; принята 28 марта 2014.

Аннотация. Паспортизация зданий и сооружений является первоочередным этапом работ по обеспечению необходимого и экономически целесообразного уровня сейсмостойкости строительных объектов в условиях морального и физического износа, уточнению сейсмической опасности и дальнейшего совершенствования действующих норм по проектированию и строительству в сейсмических районах Украины. Паспортизация зданий и сооружений (ЗС) преследуют две основные цели: сравнительная оценка фактической сейсмостойкости ЗС с уточнённой сейсмичностью территории (определение дефицита сейсмостойкости ЗС); выявление наиболее сейсмоопасных объектов, требующих первоочередного усиления или перепрофилирования. В статье рассмотрены теоретико-методологические и практические вопросы динамической паспортизации противооползневых сооружений. Существующие методики паспортизации условно можно разделить на три группы: методы экспертных оценок, расчетно-аналитические методы, методы технической диагностики. В силу описанных выше преимуществ и недостатков, присущих каждому из трех подходов, методические проблемы паспортизации можно свести к двум основным проблемам. Первая проблема — это корректное определение критерия при оценке сейсмостойкости обследуемых зданий или сооружений: экспертная оценка, отражающая степень соответствия объекта конструктивным требованиям ДБН; расчетно-аналитическая оценка сейсмостойкости, соответствующая условным сейсмическим нагрузкам по ДБН, результаты технической диагностики ЗС. Вторая проблема — это определение необходимого уровня воздействия, при котором исследуется динамическая структура сооружения: микродинамический уровень при упругой стадии работы конструкций или уровень нагрузки, соответствующий работе конструкций здания за пределом упругости. Показано, как с помощью сейсмометрического оборудования можно проводить анализ свободных колебаний малой амплитуды ЗС, получить их динамические характеристики: основные периоды и формы свободных колебаний, логарифмические декременты и т. д. Единой узаконенной на уровне ДБН или стандарта общепринятой методики динамической паспортизации на сегодняшний день в Украине не существует. В силу этого, совершенствование методов обследования ЗС для оценки их фактической сейсмостойкости, в т. ч. с учетом физического износа конструкций, является актуальной задачей. В результате анализа свободных колебаний ЗС можно получить следующие динамические характеристики: основные периоды и формы свободных колебаний зданий и сооружений, логарифмические декременты колебаний и т. д. В результате динамической паспортизации противооползневых сооружений и дренажной галереи в г. Черновцы получены необходимые динамические данные. По результатам динамической паспортизации и технического обследования подготовлены соответствующие рекомендации, которые уже учтены местными органами власти г. Черновцы при проведении восстановительных работ и реконструкции дренажной галереи.

Ключевые слова: свободные колебания, паспортизация, противооползневые сооружения.

THEORETICAL AND APPLIED ISSUES OF DYNAMIC CERTIFICATION OF THE RETAINING WALL IN EARTHQUAKE-PRONE REGIONS OF UKRAINE

Clement Khavkin, Iurii Kaliukh

*State Research Institute of Building Construction,
5/2, Ivan Klimenko str., Kyiv, Ukraine, 03680.
E-mail: kalyukh2002@rambler.ru*

Received 14 January 2014; accepted 28 March 2014.

Abstract. Technical maintenance and following certification of buildings and structures is a priority milestone to ensure the necessary and economically viable level of seismic resistance of construction projects in terms of moral and physical deterioration, seismic hazard refinement and further development of existing standards for design and construction in seismic regions of Ukraine. Certification of buildings and structures (BS) serve two main purposes: comparative assessment of the actual seismic stability of BS with refined seismic areas (definition of seismic resistance deficit BS); identification of the most earthquake-prone sites requiring priority amplification or conversion. The article examines the theoretical and methodological and practical issues of dynamic certification facilities of the retaining wall and drainage gallery in the city of Chernovtsy. Existing methods of certification can be divided into three groups: methods of expert assessments, computational and analytical methods, methods of technical diagnostics. By virtue of the above-described advantages and disadvantages inherent in each of the three approaches, methodological problems of certification can be reduced to two major problems. The first problem – it is the correct definition of the criterion in the evaluation of seismic stability of the surveyed buildings or structures: expert assessment, reflecting the degree of compliance with requirements of the design object DBN; settlement and analytical evaluation of seismic resistance, seismic loads corresponding conditional on DBN, the results of technical diagnostics BS. The second problem – the definition of the required level of exposure at which explores the dynamic structure of buildings: micro dynamic level during the elastic stage of construction or load level corresponding to the work of building structures beyond the elastic limit. Shown how to use the equipment may be carried seism metric analysis of free oscillations of small amplitude of BS get their dynamic characteristics: the main periods and forms of free oscillations, logarithmic decrement, etc. At the level of a single DBN or standard common method of dynamic certification today in Ukraine don't exist now. For this reason, improving methods of examination to evaluate their actual seismic stability, including taking into account the physical deterioration of structures, is an urgent task. The analysis of free oscillations of BS can obtain the following dynamic characteristics: the main periods and forms of free vibrations of buildings and structures, the logarithmic decrement, etc. As a result of the dynamic certification of the retaining wall and drainage gallery in the city of Chernovtsy, necessary dynamic data had obtained. According to the results of the dynamic certification and technical survey prepared appropriate recommendations that have already taken into account by local authorities Chernovtsy for reconstruction projects and reconstruction of drainage gallery.

Keywords: free vibrations, certification, retaining wall.

Актуальность проблемы

У багатьох гірських районах, вразливих до зсувів, зареєстровані випадки сейсмічної активності принаймні помірних рівнів. Землетруси у зсувонебезпечних районах значно збільшують імовірність зсувів внаслідок безпосередніх коливань ґрунту, розрідження сприятливих до цього осадових порід або через зумовлене поштовхами розущільнення ґрунту, що сприяє його швидкій інфільтрації водою. Наприклад, землетрус Great Alaska 1964 року в США викликав масові зсуви та інші руйнування ґрунту, що призвело до основної частини грошових збитків, пов'язаних з цим землетрусом. Через землетруси (від помірних до сильних) зазнали зсувів ковзання, бокових зсувів видавлювання та інших видів руйнувань ґрунту, які класифікуються як зсуви, інші території Північної Америки, наприклад штат

Каліфорнія, регіон Puget Sound у штаті Вашингтон і низовини St. Lawrence у східній частині Канади [1].

Існує також велика небезпека формування природної зсувної греблі у руслах річок та водотоків Карпатських гір, що протікають нижче від крутих схилів, внаслідок падіння породи та ґрунту під час землетрусу. Ці зсувні греблі часто повністю або частково блокують потік води, в результаті чого вода накопичується позаду такої греблі, затоплюючи території вище за течією. Оскільки такі греблі часто нестабільні, вони можуть розмиватися або швидко, або протягом певного періоду часу, а потім катастрофічно руйнуються, вивільняючи накопичену за греблею воду і призводячи до швидкої повені нижче від греблі. Така повинь здатна завдати значних збитків території нижче за течією річки [1].

Сейсмічний ризик, таким чином, є неминучим супутником нашої цивілізації і вимагає адекватного реагування. У проекті державної програми щодо зниження сейсмічної небезпеки в Україні в числі першочергових завдань передбачається паспортизація існуючого будівельного фонду в найбільш сейсмонебезпечних районах України: Автономна Республіка Крим, Закарпатська, Одеська та Чернівецька області [2].

Паспортизація будівель і споруд (у тому числі протизсувних), таким чином, є першочерговим етапом робіт із забезпечення необхідного і економічно доцільного рівня сейсмостійкості будівельних об'єктів в умовах морального та фізичного зносу, уточнення сейсмічної небезпеки і подальшого вдосконалення діючих норм з проектування та будівництва в сейсмічних районах України [3]. Паспортизація будівель і споруд (БС) переслідують дві основні мети:

- 1) порівняльна оцінка фактичної сейсмостійкості БС з уточненою сейсмічністю території (визначення дефіциту сейсмостійкості БС);
- 2) виявлення найбільш сейсмонебезпечних об'єктів, що потребують першочергового підсилення або перепрофілювання.

Важливим завданням також є оцінка сейсмічної уразливості БС або можливого ступеня їх пошкоджень при землетрусах різної інтенсивності. Цей показник використовується при розрахунку сейсмічного ризику. При цьому достовірність чисельних розрахунків залежить не стільки від обраної моделі сейсмічного ризику, скільки від повноти та надійності результатів динамічної паспортизації БС, яка є однією з головних ланок методичного ланцюжка [4]:

Сейсмічна небезпека → Паспортизація → Уразливість → Сейсмічний ризик

Питання динамічної паспортизації БС, економічної ефективності сейсмостійкого будівництва розглядалися в ряді робіт вітчизняних і зарубіжних дослідників: С. В. Медведєва, В. І. Кейліс-Борок, А. М. Яглом, С. В. Полякова, А. Г. Назарова, Н. В. Шебаліна, Ю. І. Немчинова, Я. М. Айзенберга, Г. Л. Коффі, М. А. Клячко, А. Корнелла, Д. Грандори, Е. Вітієлло, К. Пістера, К. Олівей-ра, І. Ідрісс та ін.

Існуючі методики паспортизації умовно можна розділити на три групи: *методи експертних оцінок, розрахунково-аналітичні методи, методи технічної діагностики*.

Їх порівняльний аналіз показав, що поряд з перевагами існуючі методики паспортизації мають і ряд недоліків [5–7]. При використанні *методу експертних оцінок* ступінь статистичної узгодженості експертних оцінок і їх довірчі інтервали залишаються невизначеними. Хоча цей метод, на думку ряду дослідників [5–6], є найбільш дешевим і найпоширенішим при суцільній оцінці фактичної сейсмостійкості БС. У той же час, на думку інших дослідників [8, 9], він дає досить високу похибку.

Розрахунково-аналітичні методи, орієнтовані на ДБН [3], несуть відбиток протиріч, властивих нормативним розрахунковим процедурам (умовні розрахункові навантаження, використання лінійно-пружних моделей). Їх перевагою є урахування фактичних фізико-механічних характеристик матеріалу конструкцій, можливість урахування фізичного зносу конструкцій будівлі. Однак вони відрізняються значною трудомісткістю і вимагають великих витрат часу.

Методи технічної діагностики дозволяють виявити і локалізувати аномалію динамічної структури споруди, в той же час вони не можуть встановити її причину, виявити шляхом розкриття конструкцій відповідні дефекти конструктивних елементів і вузлів їх з'єднання. Як правило, аналіз динамічної структури споруди проводиться при мікродинамічному рівні впливу, при якому конструкції та їх з'єднання завідомо працюють в пружній стадії. Це не дозволяє врахувати вплив геометричної і фізичної нелінійності, деградацію жорсткісних параметрів на оцінку сейсмостійкості будівлі.

В силу описаних вище переваг і недоліків, властивих кожному з трьох підходів, методичні проблеми паспортизації можна звести до двох основних проблем [4]:

Перша проблема — це коректне визначення *критерію* при оцінці сейсмостійкості обстежуваних будівель, чи споруд: експертна оцінка, що відображає ступінь відповідності об'єкта конструктивним вимогам ДБН; розрахунково-аналітична оцінка сейсмостійкості, що відповідає умовним сейсмічним навантаженням ДБН; результати технічної діагностики будівлі.

Друга проблема — це визначення *необхідного рівня впливу*, при якому досліджується динамічна структура споруди: мікродинамічний рівень при пружній стадії роботи конструкцій або

рівень навантаження, відповідний роботі конструкцій будівлі за межею пружності.

Таким чином, єдиної узаконеної на рівні ДБН або стандарту загальноприйнятої методики динамічної паспортизації на сьогоднішній день в Україні не існує. Через що вдосконалення методів обстеження будівель для оцінки їх фактичної сейсмостійкості, у т. ч. з урахуванням фізичного зносу конструкцій, є *актуальною проблемою*.

Основна частина

Найбільш простим способом визначення динамічних характеристик будівель є реєстрація мікросейсмів. При цьому не потрібно здійснювати спеціальні штучні збудження коливання ґрунту або споруди. Реєструючи мікросейсми в будь-який час, можна робити відповідні масові вимірювання і в короткий термін накопичувати статистичний матеріал з паспортизації будівель. Відомо, що в результаті аналізу вільних коливань будівлі можна отримати наступні динамічні характеристики: основні періоди і форми вільних коливань БС, логарифмічні декременти загасання коливань і т. д. Методика визначення динамічних характеристик будівельних конструкцій за їх вільними коливаннями малої амплітуди, які порушуються впливом природних мікросейсми, включає в себе наступні операції [5]:

- реєстрацію коливань БС за допомогою високочутливих (у нашому випадку — сейсмічних) датчиків;
- обчислення спектрів Фур'є;
- аналіз спектрів Фур'є з метою виділення резонансних піків, що відповідають різним формам вільних коливань;
- отримання за допомогою зворотного перетворення Фур'є імпульсних реалізацій виділених резонансних піків по кожній формі вільних коливань;
- ідентифікація та графічне представлення різних форм коливань.

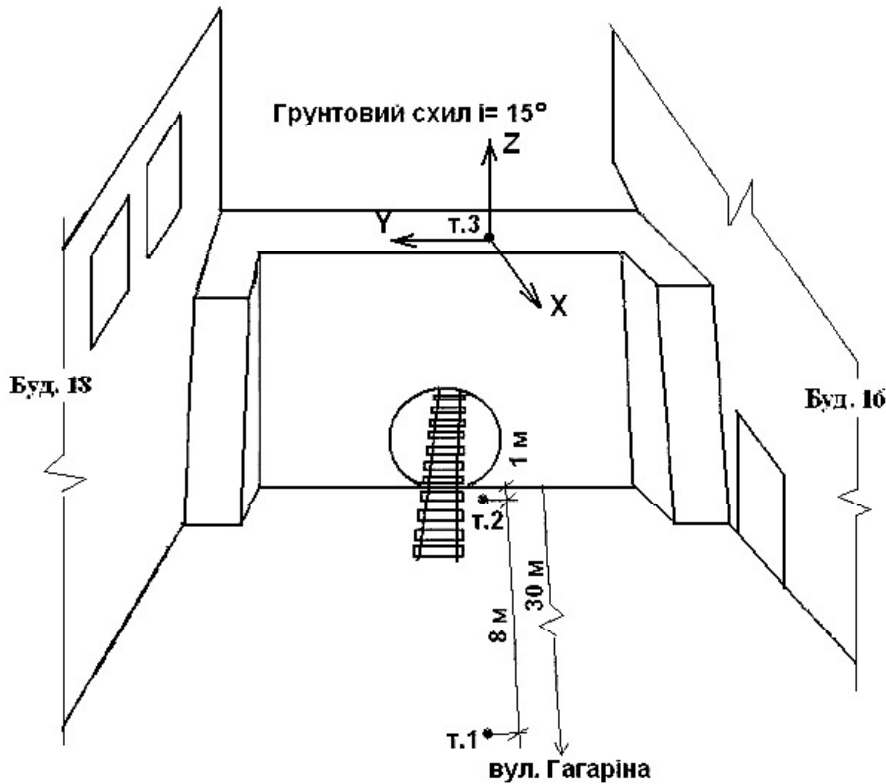
Нижче розглянемо динамічну паспортизацію протизсувних споруд у м. Чернівці на прикладі протизсувної стінки (ПС) і дренажної галереї (ДГ). Чернівецька область належить до *району інтенсивної зливної діяльності*. Слід відмітити, що в окремі зливи в м. Чернівці *за кілька годин може випасти більше 100 мм опадів (в окремих випадках 222 мм за кілька годин)*. Внаслідок чого



Рисунок 1. Загальний вигляд ПС ґрунтового схилу та вхід в ДГ.

одними з ефективних видів протизсувних споруд на території м. Чернівці є ДГ. Водовідвідна ДГ (вхід в ДГ, рис. 1–2) для дренажу зсувного схилу м. Чернівці представляє бетонний тунель діаметром 2,5 м та довжиною 1 363,68 м. Починається він на вул. Нахімова і, прорізаючи гору, виходить на вул. Гагаріна. Галерею почали будувати в 1975 році і завершили у 1978-му. Заглиблення ДГ нижче від поверхневого шару ґрунту сягає від 25 до 35 м.

ПС розташована між двома будівлями № 16 та № 18 по вул. Гагаріна (рис. 2). Будинок № 16 на поточний момент експлуатується як виробничі приміщення і використовується в комерційних цілях. Будинок № 18 втратив своє функціональне призначення і потребує демонтажу. Зовнішніми чинниками, які мають динамічний вплив на ПС, є: мікросейсмічні коливання природного характеру, обумовлені розташуванням м. Чернівці в сейсмічній зоні передгір'я Карпат, автотранспорт та електротранспорт, що рухається в обох напрямках по вул. Гагаріна.



т.1, т.2, т.3 - місця розташування вібродатчиків

Рисунок 2. Місця розміщення вібродатчиків в т. 1, т. 2 та т. 3 для проведення досліджень.

Мікросейсмічні коливання ґрунту відбуваються постійно і носять змінний характер як за напрямком, так і за інтенсивністю. Вплив рухомого авто та електротранспорту на ПС здійснюється через ґрунт і визначається станом шляхового покриття та швидкістю руху самого транспорту. Швидкість руху транспорту по вул. Гагаріна під час проведення обстежень складала 20–30 км/год. Найбільші динамічні навантаження створювалися транспортом при русі по ділянці проїжджої частини, що лежить навпроти ПС.

Для виконання динамічних обстежень ПС була підготовлена відповідна методика. Розміщення вібродатчиків на прилеглому ґрунті в т. 1, т. 2 та на верхній площинці підпірної стінки т. 3 наведено на рис. 2. На рис. 2 представлено також положення осей X та Z за напрямками вимірювання горизонтальних та вертикальних віброприскорень. В рамках розробленої методики були реалізовані наступні схеми розміщення вібродатчиків:

Для обстеження прилеглого ґрунту

Схема 1. Розміщення датчиків на ґрунті в т. 1 та в т. 2 для вимірювання горизонтальних віброприскорень прилеглого ґрунту в напрямку X.

Схеми 2. Розміщення датчиків на ґрунті в т. 1 та в т. 2 для вимірювання вертикальних віброприскорень прилеглого ґрунту в напрямку Z.

Для обстеження споруди ПС в рівні верхньої площинки та прилеглого ґрунту

Схема 3. Розміщення датчиків на ґрунті в т. 2 та на площинці стінки в т. 3 для вимірювання горизонтальних віброприскорень в напрямку X.

Схема 4. Розміщення датчиків на ґрунті в т. 2 та на площинці стінки в т. 3 для вимірювання вертикальних віброприскорень в напрямку Z.

У нормативних документах України та європейських країн наводяться допустимі рівні вібрації будівель та споруд при динамічному впливі від віброактивного обладнання, транспорту, стаціонарних машин та струсів, викликаних промисловою сейсмікою. В таблиці наведені

Таблиця. Граничні значення швидкостей та прискорень коливань споруд

Клас стійкості споруди	Параметри коливань, викликаних імпульсивними впливами, для діапазону частот, Гц		Параметри встановлених періодичних коливань для діапазону частот, Гц	
	1–10	10–100	1–10	10–100
	прискорення, мм/с ²	швидкість, мм/с	прискорення, мм/с ²	швидкість, мм/с
А	125	2	63	1
В	250	4	150	2,5
С	630	10	380	6

граничні значення швидкостей та прискорень коливань споруд [10], класи котрих вказані в цьому документі.

ПС відповідає класу стійкості С, а допустимі значення віброприскорень при періодичних коливаннях складають 380 мм/с² (38,0 см/с²): Для ґрунту допустимий рівень віброприскорень, при котрих виключене осідання фундаментів, згідно з рекомендаціями О. А. Савінова та І. А. Кудрявцева [11] не може перевищувати 15 см/с².

Для визначення класу бетону були також проведені ультразвукові дослідження ПС та ДГ. ДГ, що обстежувалась, складається з розташованих на двох рівнях частин – верхньої, довжиною близько 1 060 м, що виходить на вул. Гагаріна, і нижньої, довжиною близько 260 м, що виходить на вул. Нахімова. Дві частини з'єднані між собою вертикальним колодязем висотою близько 12 м. Оправа галереї має круговий обрис і виготовлена із збірних залізобетонних кілець, що в свою чергу зібрані з чотирьох тубінгів – елементів із ребристою внутрішньою поверхнею. Завершуються виходи галереї монолітними залізобетонними порталами (заповнювач бетону порталів – галька), що виконують роль ПС. Загалом у водовідвідній галереї нарахо-

ується 60 водознижувальних свердловин і один вентиляційний ствол. Ці свердловини мають діаметр від 120 до 260 мм і майже всі забиті солями.

На основі проведених динамічних обстежень ПС та ДГ можна зробити такі висновки:

1. Зареєстрована максимальна амплітуда віброприскорення ґрунту в вертикальному та горизонтальному напрямках на ділянках біля ПС не перевищує 80 мм/с² (0,08 м/с²) при впливі мікросейсмічних коливань та русі наземного транспорту. При такому рівні віброприскорень ґрунту та відсутності умов його замочування осідання ПС при подальшій експлуатації малоімовірно. Діапазон переважаючих частот при коливаннях складає 10–15 Гц. Однак внаслідок інтенсивної зливової діяльності в м. Чернівці в поєднанні з динамічними впливами можливо осідання окремих кілець ДГ, що і було нами виявлено під час обстеження ДГ.
2. Максимальна амплітуда віброприскорень ПС при дії мікросейсмічних коливань та при русі наземного транспорту за напрямками Х та Z не перевищують 17 см/с². Власні частоти ПС по основних формах дещо вищі від вказаного діапазону частот зовнішнього динамічного

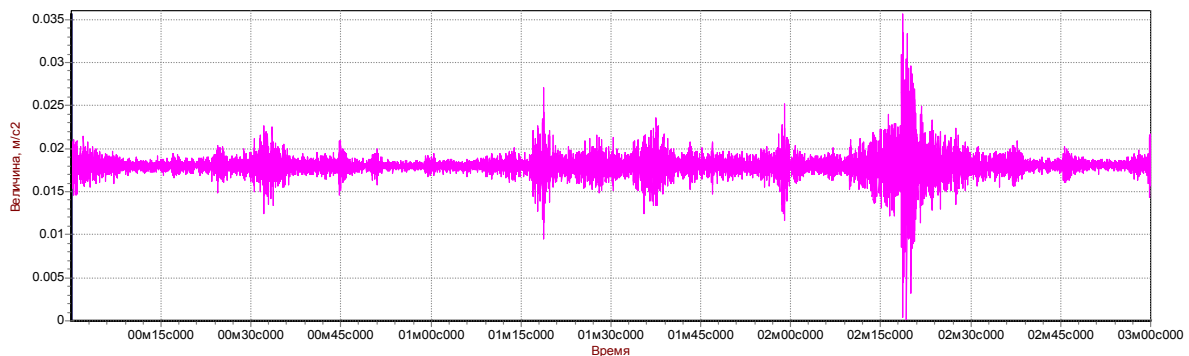


Рисунок 3. Графік вертикальних віброприскорень підпірної стінки по Z в т. 3 (рис. 2) при одночасному впливі мікросейсмічних коливань та руху наземного транспорту.



Рисунок 4. Тріщина у бетоні верхнього тюрінгу оправи ДГ.



Рисунок 5. Пошкодження захисного шару бетону і корозія арматури тюрінгів оправи у центральній частині ДГ.

впливу, які створюються при русі наземного транспорту. На графіках віброприскорень, один з яких наведено на рис. 3, явище резонансу поки що не спостерігається.

3. Міцність бетону підпірної стінки відповідає класу В25, а кільце дренажного тунелю – В30. Тюрінги тунелю мають поперечні тріщини, а в ребрах значне оголення робочої арматури та її корозія (рис. 4, 5). На залізобетонних кільцях приблизно до 60-го кільця від входу з боку вул. Гагаріна (поворот тунелю), що зазнавали найбільшого впливу зовнішніх кліматичних чинників, наявні значні пошкодження захисного шару бетону і корозія робочої арматури.
4. Під час ультразвукових обстежень залізобетонної оправи верхнього і нижнього рівнів галереї були виявлені поперечні тріщини у центральній частині верхніх тюрінгів кільця №№110, 720, 1110 (верхній рівень галереї) (рис. 5) і нижній рівень галереї, що складає близько 5 % від обстежених верхніх тюрінгів.

Висновки

1. Єдиної узаконеної на рівні ДБН або стандарту загальноприйнятої методики динаміч-

ної паспортизації на сьогоднішній день в Україні не існує. Через що вдосконалення методів обстеження БС для оцінки їх фактичної сейсмостійкості, в т. ч. з урахуванням фізичного зносу конструкцій, є актуальним завданням.

2. У результаті аналізу вільних коливань БС можна отримати наступні динамічні характеристики: основні періоди і форми вільних коливань будівель і споруд, логарифмічні декременти коливань і т. д.
3. В результаті динамічної паспортизації ПС та ДГ м. Чернівці отримані необхідні динамічні дані. Ці дані будуть враховані у подальшому при ідентифікації розрахункових моделей ПС та ДГ, для порівняння з новими експериментальними даними для визначення деградації технічного стану ПС та ДГ у майбутньому.
4. За результатами динамічної паспортизації та технічного обстеження ПС та ДГ підготовлені відповідні рекомендації, які вже враховані місцевими органами влади м. Чернівці для проведення відновлюваних робіт та реконструкції ДГ найближчим часом при отриманні відповідного фінансування.

Література

1. Highland, L. M. The Landslide Handbook — A Guide to Understanding Landslides [Текст] / L. M. Highland, Peter Bobrowsky. — Reston, Virginia : U.S. Geological Survey Circular, 2008. — 129 p.
2. Сейсмічність і сейсмічна небезпека території України [Електронний ресурс] : Постанова Президії Національної Академії Наук України № 244 від 08.10.2008 // Головний портал НАН України. — Режим доступу : http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2008/regulations/OpenDocs/081008_244.pdf.
3. ДБН В.1.1-12:2006. Защита от опасных геологических процессов, вредных эксплуатационных влияний, от пожара. Строительство в сейсмических районах Украины [Текст]. — Взамен СНиП П-7-81* ; введ. 2007-01-02. — К. : Минстрой Украины, 2006. — 84 с.
4. Бержинская, Л. П. Надежность региональных типов зданий при сейсмических воздействиях (на примере Прибайкалья) [Текст] : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Л. П. Бержинская. — Улан-Удэ : Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2006. — 22 с.
5. Савин, С. Н. Диагностика строительных конструкций зданий и сооружений методом свободных колебаний [Текст] / С. Н. Савин // Будівельні конструкції : міжвід. наук.-техн. зб. / Держ. НДІ буд. конструкцій; [Редкол.: Кривошеєв П. І. (відп. ред.) та ін.]. — Київ : НДІБК, 2006. — № 64 : Будівництво в сейсмічних районах України. — С. 395–400.
6. Современные методы технической диагностики строительных конструкций зданий и сооружений [Текст] / В. А. Заренков, И. Д. Захаров, С. Н. Савин, А. Ф. Шнитковский ; Под общей редакцией С. Н. Савина. — Санкт-Петербург : РДК-принт, 2000. — 128 с.
7. ВСП 22-01-95. Правила паспортизации и оценки фактической сейсмостойкости воинских зданий и сооружений [Текст] / Под общей редакцией С. Н. Савина. — М. : МО, 1996. — 43 с.
8. Результаты обследования крупнопанельного жилого дома серии 1-335 А-С в Республике Бурятия [Текст] / Л. П. Бержинская, Л. И. Иванькина, А. П. Ордынская, Д. Е. Моргаев // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. — 2004. — № 6. — С. 18–24.
9. Экспериментальные исследования сейсмостойкости безригельного каркаса серии 1.120 [Текст] / Ю. А. Бержинский, В. А. Павленов, Л. П. Бержинская [и др.] // Проектирование и строительство в Сибири. — 2004. — № 5. — С. 19–21.
10. Нормирование вибрации сооружений в СССР и за рубежом [Текст]. Выпуск 1. — М., 1990. — 60 с.
11. Кудрявцев, И. А. Влияние вибрации на основания сооружений [Текст] / И. А. Кудрявцев. — Гомель : [б. и.], 1999. — 274 с.

References

1. Highland, L. M.; Bobrowsky, Peter. The Landslide Handbook — A Guide to Understanding Landslides. Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular, 2008. 129 p.
2. Decree of presidium of National Academy of Science of Ukraine number 244 dated back to 08.10.2008 «Seismic activity and seismic danger of territory of Ukraine». Accessed at: http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2008/regulations/OpenDocs/081008_244.pdf. (in Ukrainian)
3. ДБН В.1.1-12:2006. Protection against geological process, harmful operating influence, against fires. Construction in earthquake areas of Ukraine. Kyiv: Ministry of Construction of Ukraine, 2006. 84 p. (in Russian)
4. Berzhinskaia, L. P. Durability of regional types of buildings in the process of earthquake action (by the example of the Baikal region. Authors abstract, Ph.D. thesis in Engineering Science. Ulan-Ude: East Siberia State Technological University, 2006. 22 p. (in Russian)
5. Savin, S. N. Diagnostic operation of engineering structures of buildings by free-oscillation methods. In: *Civil structures: International Scientific and technological collection / State civil structures, Edited by: Krivosheev, P. E.* Kyiv: NDIBK, 2006, Number 64: Civil Engineering in seismic regions of Ukraine, p. 395–400. (in Russian)
6. Zarenkov, V. A.; Zaharov, I. D. Savin, S. N. Shnitkovskii, A. F.; Edited by Savin, S. N. Up-to-date techniques of technical diagnostics of structures of buildings and constructions. St. Petersburg: RDK-print, 2000. 128 p. (in Russian)
7. VSP 22-01-95. Standards of passportization and evaluation of real seismic strength of military buildings and constructions. Edited by Savin, S. N. Moscow: MO, 1996. 43 p. (in Russian)
8. Berzhinskaia, L. P.; Ivankina, L. I.; Ordynskaia, A. P.; Morgaev, D. E. Findings of surveying large-panel apartment buildings. Series 1-335 A-C in the Republic of Buryatia. In: *Antiseismic construction structure safety*, 2004, Number 6, p. 18–24. (in Russian)
9. Berzhinskii, Yu. A.; Pavlenov, V. A.; Berzhinskaia, L. P.; Ordynskaia, A. P. et al. Experimental reasearches of seismic jointless ossature without girders and joints. Series. In: *Design and construction in Siberia*, 2004, Number 5, p. 19–21. (in Russian)
10. Normalization of building vibration in USSR and abroad. Issue 1. Moscow, 1990. 60 p. (in Russian)
11. Kudriavtsev, I. A. The influence of vibration on bases of constructions. Gomel: [s. n.], 1999. 274 p. (in Russian)

Хавкін Климентій Олександрович — молодший науковий співробітник лабораторії моніторингу і системних досліджень будівельних конструкцій відділу автоматизації досліджень ДП Науково-дослідного інституту будівельних конструкцій. Наукові інтереси: чисельні та експериментальні дослідження протизсувних споруд, чисельні та експериментальні дослідження зсувних схилів.

Калюх Юрій Іванович — доктор технічних наук, професор, завідувач лабораторії моніторингу та системних досліджень будівельних конструкцій ДП Науково-дослідного інституту будівельних конструкцій. Наукові інтереси: чисельні та експериментальні дослідження протизсувних споруд, чисельні та експериментальні дослідження зсувних схилів, питання моніторингу і системних досліджень будівельних конструкцій.

Хавкин Климентий Александрович — младший научный сотрудник лаборатории мониторинга и системных исследований строительных конструкций отдела автоматизации исследований ГП Научно-исследовательского института строительных конструкций. Научные интересы: численные и экспериментальные исследования противооползневых сооружений, численные и экспериментальные исследования оползневых склонов.

Калюх Юрий Иванович — доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией мониторинга и системных исследований строительных конструкций ГП Научно-исследовательский институт строительных конструкций. Научные интересы: численные и экспериментальные исследования противооползневых сооружений, численные и экспериментальные исследования оползневых склонов, вопросы мониторинга и системных исследований строительных конструкций.

Khavkin Clement — junior researcher; laboratory monitoring and systems research constructions, Department of Automation Research, Subsidiary Research Institute of Building Constructions. Research interests include numerical and experimental study of retaining walls, numerical and experimental studies of landslide slopes.

Kaliukh Iurii — Doctor of technical sciences, Professor; Head of laboratory monitoring and systems research of building constructions of the Subsidiary Research Institute of Building Constructions. Scientific interests: numerical and experimental studies of retaining walls, numerical and experimental studies of landslide slopes, monitoring and research system constructions.