

УДК 621.8-1/-9

КОМПЛЕКС СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО СТЕНДОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК НИЗЬКОЧАСТОТНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ*Мироненко П. С., Павловський О. М., Аврутов В. В.**Національний технічний університет України**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна**E-mail: a_pav@ukr.net*

При вирішенні задач дослідження вібростійкості будівель, споруд та малих інженерних конструкцій, основним елементом системи контролю, що забезпечує проведення таких досліджень, є віброперетворювачі, від достовірності показів яких суттєво залежить працездатність системи в цілому. Перевірка функціонування та визначення параметрів таких приладів здійснюється за допомогою вібростендів. З урахуванням особливостей низькочастотних акселерометрів, для перевірки їх функціонального стану необхідні випробувальні стенди з діапазоном переміщень до 200 мм і частотним діапазоном у межах 0.1 – 10 Гц, такі стенди, зазвичай, мають великі розміри і вимагають стаціонарного встановлення в лабораторіях.

Після транспортування на місце проведення випробувань, необхідно також провести перевірку працездатності віброперетворювачів і їх первинне калібрування. Але при перевірці портативних віброперетворювачів, особливо в польових умовах, виникає низка проблем, пов'язаних і з заданням необхідних параметрів вібрації, і з необхідністю проводити дослідження віброперетворювачів масою 5 -10 кілограмів, що також потребує наявності випробувальних стендів, які частіше відсутні.

В роботі представлені два розроблені стенди для перевірки працездатності та контролю характеристик низькочастотних віброперетворювачів. Перший з них – двокомпонентний, переносний, автономний. Може бути використаний в польових умовах за відсутності мережевого електроживлення в місці проведення досліджень. Конструкція стенда дозволяє проводити перевірку акселерометрів як з горизонтальною, так і вертикальною осями чутливості. Особливістю стенду є, з одного боку його портативність, а з іншого – можливість перевірки датчиків масою до 7 кілограмів в частотному діапазоні до 10 Гц. Другий стенд – лабораторний маятниковий великих переміщень. Може бути використаний для визначення параметрів вібродатчиків з динамічним діапазоном переміщень до 200 мм, масою до 20 кілограмів, в частотному діапазоні до 2 Гц. Обидва стенди обладнані універсальним інформаційно-вимірвальним модулем, що забезпечує збір, візуалізацію і первинний аналіз отриманих даних та їх збереження на ПК, для чого було розроблене спеціальне програмне забезпечення у середовищі NI LabVIEW. Для універсального автономного стенду реалізована функція керування частотою вібрації платформи.

Ключові слова: стенд; випробування; акселерометри; сейсмоприймачі; контроль; інформаційно-вимірвальний модуль.

Вступ та постановка задач

При вирішенні задач дослідження вібростійкості будівель, споруд та різних інженерних конструкцій, основним елементом системи обладнання, що забезпечує проведення таких досліджень, є віброперетворювачі, від достовірності показів яких суттєво залежить працездатність системи в цілому.

Як показано в роботах [1-3], перевірка функціонування та визначення параметрів таких приладів здійснюються за допомогою вібростендів. З урахуванням особливостей низькочастотних сейсмоакселерометрів, для перевірки їх функціонального стану необхідні випробувальні стенди з діапазоном переміщень до 200 мм і частотним діапазоном у межах 0.1 – 10 Гц [4, 5], такі стенди, зазвичай мають великі розміри і вимагають стаціонарного встановлення в лабораторіях.

Після транспортування на місце проведення випробувань, необхідно також провести перевірку працездатності віброперетворювачів і їх первинне

калібрування. Але при перевірці портативних віброперетворювачів, особливо в польових умовах, виникає ряд проблем, пов'язаних, із заданням необхідних параметрів вібрації, а також і з необхідністю проводити дослідження віброперетворювачів масою 5 - 10 кілограмів, що потребує наявності випробувальних стендів, які частіше відсутні. З одного боку, такі стенди повинні бути переносними та автономними, а з іншого – забезпечувати перевірку акселерометрів, як з вертикальною, так і з горизонтальною осями чутливості, тобто бути універсальними. Такий стенд описано в роботі [3], проте, з максимальною масою чутливого елемента до 3 кг.

Таким чином, у статті показана можливість створення комплексу спеціалізованого обладнання, що складається із двох стендів (універсального і спеціалізованого). Перший стенд – малогабаритний, портативний, універсальний, призначений для проведення випробувань низькочастотних акселерометрів, безпосередньо перед їх установкою на

об'єкт дослідження. На відміну від роботи [6], у цьому стенді наявний електромеханічний актюатор із керуванням від ПК. Крім того, для перевірки працездатності і проведення вібраційного випробування високочутливих, особливо низькочастотних, датчиків масою близько 10 кілограмів (СД – 4, БВП – 3, С -5 – С), які мають динамічний діапазон зміщень до +/- 200 мм був розроблений другий стенд – лабораторний, великих переміщень.

Портативний універсальний стенд для перевірки працездатності низькочастотних акселерометрів

Як зазначено вище, після транспортування, перед безпосереднім встановленням на об'єкт контролю, вібраційні перетворювачі мають бути перевірені на працездатність та первинну відповідність паспортним даним. Для задоволення цих вимог у роботі представлено універсальний автономний переносний пристрій контролю характеристик інерціальних вимірювачів (рис. 1), кінематична схема якого розроблена на основі використання пружно-деформованих елементів [6]. Область робочих частот системи збудження коливань вибрана таким чином, щоб частоти коливання стенда були менші резонансної частоти підвісу рухомої платформи. Це забезпечує стаке управління стендом.

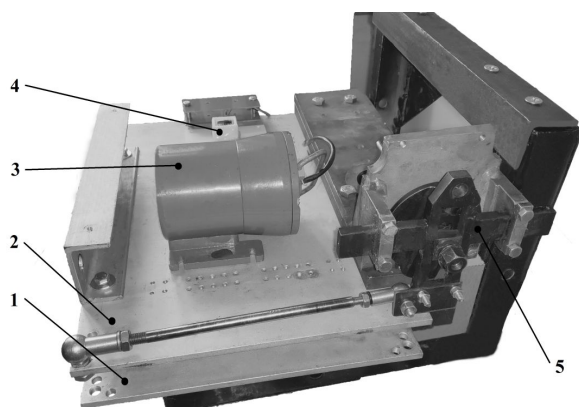


Рис. 1. Загальний вид портативного універсального стенду: 1 – нерухома основа; 2 – рухома платформа; 3 – досліджуваний сейсмоприймач; 4 – інформаційно-вимірювальний модуль; 5 – кулісний механізм

Система підвісу є симетричною конструкцією, яка складається з чотирьох плоских пружних елементів. Ці елементи утворюють рухливий пружний контур, який має істотно різні жорсткості у двох взаємно перпендикулярних напрямках: перпендикулярно та паралельно площини рухомої платформи (2). Така конструкція забезпечує з одного боку можливість формування низькочастотних робочих коливань, а також проводити дослідження датчиків з горизонтальною віссю чутливості масою до 10 кілограмів.

Пружні елементи приєднуються спеціальними кріпильними елементами одними кінцями до зовнішньої нерухокої основи (1), а іншими – до рухомої платформи (2). Змінюючи конфігурацію системи кріплення, можна змінювати резонансну частоту коливань рухомої платформи.

На відміну від роботи [1], в якій описано стенд, що працює в режимі згасаючих коливань, привід даного пристрою представляє собою рухому систему на основі електромеханічного привода. Збудження коливань робочого столу здійснюється двигуном з автономним живленням і регулюванням обертів (частотою вібрації платформи) від ПК. Кулісний механізм (5) використовується для перетворення обертального руху кривошипу в поступальний рух платформи (2). Величина лінійного переміщення робочого стола регулюється зміною довжини кривошипа.

Для отримання інформації про частоту вібрації стенду, а також можливості керування переміщенням платформи, на рухомому столі стенду розміщений інформаційно-вимірювальний модуль (3), який містить чутливий елемент, обчислювальне ядро та інтерфейс обміну інформацією із ПК. У якості чутливого елемента, що призначений для вимірювання і контролю параметрів руху стола, використовується мікроелектромеханічний акселерометр ADXL345, який підключений до мікроконтролера ATmega 328, що виступає у ролі обчислювального ядра для попередньої обробки і передачі інформації. ADXL345 – трикомпонентний акселерометр, це дає можливість відслідковувати параметри руху стенду одразу за трьома координатами.

Для керування рухом платформи був розроблений віртуальний прилад у середовищі графічного програмування LabVIEW фірми National Instruments [7-8] (рис. 2). Віртуальний прилад являє собою вкладковий селектор [6, 8]. У першому вікні «Керування» присутня клавіша встановлення зв'язку ПК із стендом та реалізований поворотний показчик частоти коливань платформи. Амплітуда коливань може бути змінена механічно при переналадженні стенду.

Окрім цього, на вкладці присутня клавіша активації режиму стабілізації, і автоматичного утримання частоти коливань платформи, проте дана опція знаходиться на відлагодженні, тому буде описана у наступних роботах.

Вкладка «Сигнали» містить графіки руху платформи по двох осях, що знаходяться у площині столу. Дана інформація отримується від акселерометра інформаційно-вимірювального модуля. На вкладці «Спектри» містяться графіки сигналів з акселерометра у частотній області. Графіки сигналів з вкладок «Сигнали» та «Спектри» дають можливість оцінити характер руху платформи і за необхідності його скоригувати.

Підключення інформаційно-вимірювального

модуля до ПК відбувається за допомогою стандартного USB-інтерфейсу, за допомогою програмного інтерфейсу середовища LabVIEW – VISA. Такий підхід звільняє кінцевого користувача від необхідності складного підключення і інсталяції додаткових спеціалізованих програм (окрім драйверів).

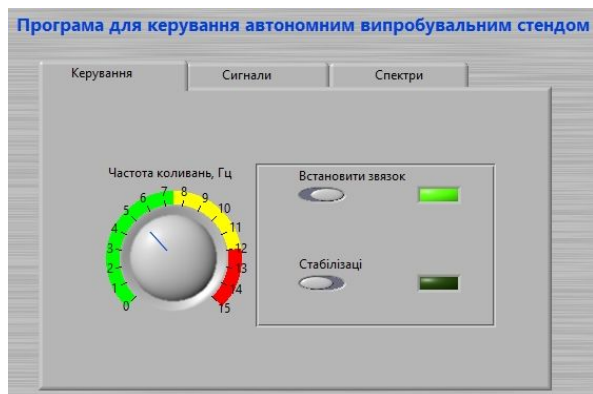


Рис. 2. Лицьова панель ПЗ для керування рухом портативного універсального стенду

Після встановлення зв'язку ПК із стендом розпочинається процедура пакетного запису у файл у форматі data_{дата збереження}_{час збереження}_номер запуску.txt, він являє собою звичайний текстовий файл, що дозволяє обробляти отриману інформацію в будь-якому програмному середовищі.

При зміні положення стенду в просторі відносно нерухомої основи (1), можна проводити випробування і калібрування датчиків як з вертикальною, так і з горизонтальною осями чутливості. Для цього стенд має два стола для установки досліджуваних датчиків.

Живлення комплексу здійснюється від акумуляторної батареї з напругою живлення 18 В +/- 20% і вихідним струмом до 10 А. Можливе використання зовнішнього блока живлення для побутових приладів, які мають відповідну вихідну напругу.

Основним типом датчиків, для контролю яких призначений стенд, є індукційні сейсмоприймачі інерційного типу, вихідний сигнал яких, пропорційний швидкості коливань його корпусу.

Лабораторний маятниковий вібростенд великих переміщень

У першу чергу, лабораторний маятниковий стенд великих переміщень розроблено для дослідження віброперетворювачів, які мають динамічний діапазон зміщень до +/- 200 мм. Основні характеристики стенду наведені у табл. 1, а загальний вигляд і конструкція показані на рис. 3.

Конструктивно, стенд великих переміщень складається з двох основних елементів: модуля формування поступального руху платформи для установки досліджуваних приладів та модуля формування обертального руху ведучої ланки пристрою, для забезпечення широкого частотного діапазону коливань.

Таблиця 1. Технічні характеристики лабораторного маятникового стенду великих переміщень

| | |
|--|---------------|
| Частотний діапазон, Гц | 0,2 – 1,0 |
| Динамічний діапазон зміщень точки кріплення сейсмоприймача, мм | до 200 |
| Габаритні розміри пристрою, мм | 5000X2000X400 |
| Максимальна маса досліджуваних датчиків, кг | 20 |
| Для забезпечення потрібних характеристик випробувань використовується розімкнена система управління стендом. | |

Механізм формування поступального руху складається з маятника 2, який обертається навколо осі 1, жорстко закріплений на нерухомій основі.

В нижній частині маятника розміщена платформа 4, що фактично представляє собою повзун, на якому закріплюється досліджуваний прилад 3.

Поступальний рух платформи 4 у горизонтальній площині забезпечується за допомогою використання кривошипно-шатунного механізму, який складається з кривошипу 6 (ведуча ланка) та шатуна 5.

В якості приводного поворотного модуля використовується стандартний електромеханічний поворотний стіл УПГ – 56 з обертальною платформою 7, жорстко закріплений на основі. Характеристики поворотного стола є такими, що він може забезпечувати випробувальні коливання в діапазоні частот 0,2 - 1 Гц.

Інформаційно-вимірювальний модуль може бути встановлений безпосередньо на платформу 4, або за необхідності, на досліджуваний прилад, проте його функціонал буде обмежено, з урахуванням неможливості керувати швидкістю обертання поворотного стола УПГ-56 за допомогою ПК. Проте, отримані про переміщення платформи дані можуть бути використані для калібрування випробуваних чутливих елементів, або як масив статистичної інформації.

Представлене рішення дозволило суттєво спростити конструкцію пристрою для перевірки технічного стану датчиків, забезпечити велику амплітуду коливань, а також здійснити електромеханічне керування в широкому діапазоні частот з найменшими габаритами приводу і оптимальними параметрами потужності.

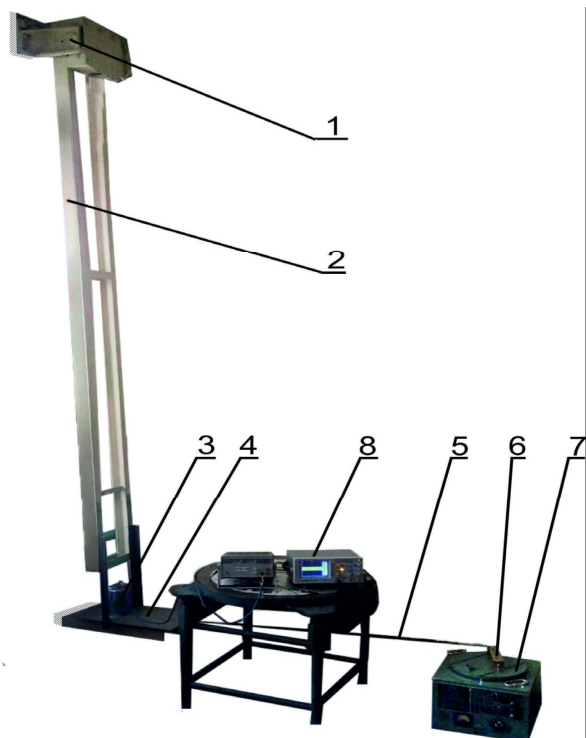


Рис. 3. Загальний вигляд лабораторного стану великих переміщень

З урахуванням того, що привід поворотного столу УПГ-56 знаходиться на великій відстані від рухомої платформи, і відповідно, від встановленого на ньому випробуваного чутливого елемента, електромагнітні завади, що виникають при запуску, або перемиканні режимів двигуна УПГ-56, не впливають на точність показань приладів, що є однією з найбільших переваг розробленого стану, порівняно з існуючими аналогами [9, 10].

У подальшому, для вдосконалення портативного універсального стану планується модернізувати програмне забезпечення інформаційно-вимірального модуля внаслідок повноцінної реалізації функції стабілізації на основі ПІД-регулятора. Це дозволить більш точно задавати частоту вібрації стану при різних режимах випробувань і різній масі акселерометрів.

З урахуванням симетричної конструкції пружних підвісів стану, у подальшому можна задавати більш складні алгоритми руху платформи, наприклад еліптичний рух, це дозволить досліджувати вплив перехресних зв'язків на показники точності приладів, що значною мірою відповідає реальним умовам об'єктів випробувань.

Висновки

Для більшості комерційних застосувань при контролі характеристик низькочастотної сейсмометричної апаратури можна використовувати універсальне стендове обладнання. Однак таке обладнання не завжди відповідає вимогам дослідження. Обладнання, що задовольняє цим вимогам зде-

більшого виготовляється за кордоном і має високу вартість, що ускладнює його придбання.

В роботі представлено комплекс спеціалізованого стендового обладнання для контролю характеристик низькочастотної сейсмічної апаратури. До складу комплексу входять два стени. Перший з них – універсальний автономний переносний, який може використовуватись в польових умовах для дослідження сейсмічних датчиків з горизонтальною та вертикальною осями чутливості. Стенд не потребує мережевого живлення і може бути використаний на віддалених об'єктах. Другий стенд – лабораторний довгоходовий маятниковий, призначений для дослідження високочутливих низькочастотних акселерометрів, що мають динамічний діапазон зміщень до ± 200 мм. З урахуванням рознесеної системи збудження коливань і об'єкта дослідження, такий підхід дозволяє отримати сигнали від високочастотних перетворювачів без впливу електромагнітних завод.

Обидва стени обладнані універсальним інформаційно-вимірвальним модулем, що забезпечує збір, візуалізацію і первинний аналіз отриманих даних та їх збереження на ПК, для чого було розроблене спеціальне програмне забезпечення у середовищі NI LabVIEW. Для універсального автономного стану реалізована функція керування частотою вібрації платформи.

Література

- [1] Д. Г. Грязин, О. О. Величко та А. Б. Чекмарьов, “Метрологическое обеспечение испытаний микромеханических датчиков и модулей”, *Известия ТулГУ. Технические науки*, вып. 7, с. 67 – 77, 2012.
- [2] С. В. Щербина “Устройство для калибровки и метрологической поверки цифровых сейсмических регистраторов”, *Географический журнал*, №2. Т.36, с.161 – 171, 2014.
- [3] Исследовательский сейсмологический комплекс ИСК-3 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://seismo.mi-perm.ru/doc/isk.pdf>
- [4] Л. Е. Ивлев и Т. Н. Коновалова, “Особенности поверки сейсмоприемников”, *Датчики и системы*, №2, с. 44 – 51, 2012.
- [5] В. В. Аврутов, *Испытания инерциальных приборов: учебное пособие*. Київ, Україна, НТУУ «КПІ», 2016.
- [6] П. С. Мироненко та О. М. Павловський, “Стенд для проверки работоспособности низкочастотных инерционных модулей”, *Вісник КПІ. Серія Приладобудування*, вип. 56 (2), с. 5 – 9, 2018.
- [7] Программирование в NI Labview [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.labview.webhost.ru>
- [8] О. М. Павловський, “Використання пакету LABVIEW для моделювання та аналізу ефективності системи обробки вібраційних сигналів авіаційного двигуна”, *Вісник НТУУ*

«КПІ» Серія Приладобудування, №45, с. 148-157, 2013.

- [9] О. С. Боцман, В. В. Невлюдова, С. П. Новоселов та І. В. Жарікова, “Низькочастотний вібростенд” МПК (2015.01) G01M7/00 102880 UA, заявник Харківський національний

університет радіоелектроніки, № у 201504766, Бюл. № 22, 25.11.2015.

- [10] В. В. Кулябко, “До принципів створення методики динамічних (сертифікаційних і діагностичних) випробувань об’єктів баштового типу”, *Металеві конструкції*, №4, Том 13, с. 195 – 202, 2007.

УДК 621.8-1/-9

П. С. Мироненко, А. М. Павловський, В. В. Аврутов

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина

КОМПЛЕКС СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК НИЗКОЧАСТОТНЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

При решении задач исследования виброустойчивости зданий, сооружений и малых инженерных конструкций, основным элементом системы контроля, которая обеспечивает проведение таких исследований, являются вибропреобразователи, от достоверности показаний которых существенно зависит работоспособность. Проверка функционирования и определения параметров таких приборов осуществляется с помощью вибростендов. С учетом особенностей низкочастотных акселерометров, для проверки их функционального состояния необходимы испытательные стенды с диапазоном перемещений до 200 мм и частотным диапазоном в пределах 0.1 – 10 Гц, такие стенды, обычно имеют большие размеры и требуют стационарной установки в лабораториях.

После транспортировки на место проведения испытаний, необходимо также провести проверку работоспособности вибропреобразователей и их первичную калибровку. Но при проверке портативных вибропреобразователей, особенно в полевых условиях, возникает ряд проблем, связанных как с заданием необходимых параметров вибрации, так и с необходимостью проводить исследования вибропреобразователей массой 5 - 10 кг, что также требует наличия испытательных стендов, которые чаще отсутствуют.

В работе представлены два разработанные стенда для проверки работоспособности и контроля характеристик низкочастотных вибропреобразователей. Первый из них – двухкомпонентный, переносной автономный. Может быть использован в полевых условиях при отсутствии сетевого электропитания в месте проведения исследований. Конструкция стенда позволяет проводить проверку акселерометров, как с горизонтальной, так и вертикальной осями чувствительности. Особенностью стенда является, с одной стороны его портативность, а с другой – возможность проверки датчиков массой до 7 килограммов в частотном диапазоне до 10 Гц. Второй стенд – лабораторный маятниковый больших перемещений. Может быть использован для определения параметров вибродатчиков с динамическим диапазоном перемещений до 200 мм, массой до 20 килограммов, в частотном диапазоне до 2 Гц. Оба стенда оборудованы универсальным информационно-измерительным модулем, который обеспечивает сбор, визуализацию и первичный анализ полученных данных и их хранения на ПК, для чего было разработано специальное программное обеспечение в среде NI LabVIEW.

Ключевые слова: стенд; испытания; акселерометры; сейсмоприемники; контроль, информационно-измерительный модуль.

Pavlo Myronenko, Oleksii Pavlovskiy, Vadym Avrutov

COMPLEX OF SPECIALIZED STAND EQUIPMENT FOR MONITORING THE CHARACTERISTICS OF LOW FREQUENCY ACCELEROMETERS

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

In investigating the problem solving vibration resistance of buildings and small engineering structures, the main element of the control system, which ensures the implementation of such research, is vibration transducers, from the credibility of which depends significantly on performance of all system. Verification of the operation and determination of the parameters of such devices is carried out using vibration stands. Taking into account the features of low-frequency accelerometers, test stands with a range of displacements up to 200 mm and a frequency range from 0.1 to 10 Hz are needed to check their functional state, such stands usually have large sizes and require stationary installation in laboratories.

After transportation to the site of testing, it is also necessary to check the efficiency of vibration transducers and the primary calibration. But when checking portable vibration transducers, especially in field conditions, a number of problems arise associated with setting the necessary vibration parameters and the need to conduct studies of vibration transducers weighing 5-10 kg, which also requires test benches, which are often lacking.

The article presents two stand designed for testing and monitoring characteristics of low-frequency vibration transducers. The first one is a two-component, portable stand-alone stand. It can be used in field conditions in the absence of mains power at the test site. The stand design allows you to test accelerometers with both horizontal and vertical axes of sensitivity. A special feature of the stand is, on the one hand, its portability, and on the other, the ability to test sensors weighing up to 7 kilograms in the frequency range up to 10 Hz. The second stand is a laboratory pendulum stand of large displacements. It can be used to determine the parameters of vibration sensors with a dynamic range of displacements up to 200 mm, weight up to 20 kilograms, in the frequency range up to 2 Hz. Both stands are equipped with a universal information and measurement module, which provides for the collection, visualization and primary analysis of the data obtained and their storage on a PC, which was developed special software in NI LabVIEW environment.

Keywords: stand; tests; accelerometers; seismic receivers; control; information-measuring module.

Надійшла до редакції
13 травня 2019 року

Рецензовано
22 травня 2019 року

УДК 531.383

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РУХОМ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ ГІРОТЕОДОЛІТУ В НЕГІРОСТАБІЛІЗОВАНІЙ ПЛОЩИНІ

¹⁾Боярчук А. О., ²⁾Мироненко П. С., ²⁾Мураховський С. А.

¹⁾Казенне підприємство СПБ «Арсенал», Київ, Україна,

²⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: s.murakhovsky@kpi.ua

Розглянуто характеристики сучасних гіротеодолітів як пристроїв для наземного орієнтування. Показано, що для підвищення точності приладів в умовах зовнішніх збурень можна використовувати методи зменшення амплітуди коливань чутливого елемента в негіростабілізованій площині. Розглянуто кінематику поворотів та рівняння руху чутливого елемента гіротеодоліту.

Запропоновано нову систему керування положенням чутливого елемента гіротеодоліту в негіростабілізованій площині. Формування зворотного зв'язку проводиться методами модального керування. Проведено розрахунок коефіцієнтів регулятора. Розроблено спостережувач, інформація з якого використовується при формуванні керуючого впливу. Показано збіжність оцінок спостережувача точним значенням змінних стану системи.

Проведено аналіз частотних характеристик розімкненої та замкненої систем. Показано, що частотні характеристики розімкненої системи мають резонансні піки на частотах, які відповідають полюсам передаточних функцій. За рахунок вибору власної частоти замкненої системи досягнуто значне зменшення коефіцієнту передачі в області середніх частот. За результатами моделювання показано, що застосування запропонованої системи керування дозволяє суттєво зменшити амплітуду вимушених коливань чутливого елемента, а також забезпечує демпфірування власних коливань. Проведено моделювання роботи системи керування при неточних вимірюваннях кутового відхилення чутливого елемента в негіростабілізованій площині. Вимірювальний шум вважається білим шумом, причому показано, що випадкова складова вихідного сигналу має значно меншу амплітуду порівняно з некеруваною системою.

У подальшому дослідження можуть бути спрямовані на розробку методів підвищення точності гіротеодолітів з використанням інформаційних сигналів у системі керування.

Ключові слова: гіротеодоліт; система керування; динамічні властивості.

Вступ

При використанні сучасних засобів наземного орієнтування основними характеристиками таких приладів є точність та час визначення азимуту [1-3]. Основною перевагою гіроскопічних засобів визначення меридіану є незалежність їх від зовнішніх джерел інформації, тому актуальною є задача

підвищення точності гіротеодолітів при збереженні їх автономності [4, 5].

Одним з факторів, що впливають на величину похибки гіротеодоліту, яка виникає при поступальній вібрації основи, є динамічні характеристики чутливого елемента (ЧЕ), що визначаються з рівнянь руху в гіростабілізованій та негіростабілізо-