

УДК 620.178.5.05

Р.Л. Піц, студент гр. ПІ-71мп, д.т.н., доц. Дубінець В.І.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПОРТАТИВНОГО ВІБРОСТЕНДА

Анотація. В даній статті розглянуто представлені на ринку переносні вібростенди для перевірки та калібрування промислових вібростендів. На основі аналізу їх характеристик сформовано задачу. Приведена схема портативного вібростенда на базі вітчизняного стенду.

Ключові слова: портативний вібростенд, калібрування, перевірка.

ВСТУП

Основою сучасного виробництва електроенергії тепловими та атомними станціями виступають турбогенератори, які при роботі потребують вимірювання та контролю великої кількості параметрів, в тому числі і параметрів вібрації, з метою забезпечення безпечної експлуатації обладнання.

Для вирішення подібних задач вимірювання або контролю рівня вібрації використовують п'єзоелектричні акселерометри та велосіметри промислового виконання [1].

При цьому актуальною задачею є перевірка метрологічних характеристик акселерометрів та велосіметрів безпосередньо перед встановленням їх на об'єкт вимірювання, з метою отримання достовірних даних для запобігання хибних аварійних зупинок машини.

Оперативну перевірку метрологічних параметрів датчиків, або їх калібрування (при використанні їх в складі вимірювальної системи) дозволяють виконати портативні калібратори-вібростенди (ПВС).

Розробці портативного широкосмугового вібростенда присвячена дана стаття.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

На сучасному ринку переносних вібростендів представлено досить багато моделей, що різняться по технічним та масо-габаритним характеристикам. В таблиці 1 приведені основні параметри найбільш поширених портативних вібростендів.

Таблиця 1. Параметри найбільш поширених моделей вібростендів

Модель	Виробник	Діапазон прискорень	Діапазон частот	Основна похибка	Маса повірюемого датчика
28959F/FU	MEGGITT (Велика Британія)	до 10 g	10 Гц...10 кГц	±3%	до 750 г
DVC-500	Технекон (Росія)	до 30 g	2 Гц...15кГц	±5%	до 6000 г
HI 803	Hardy (США)	до 10 g	10 Гц...10 кГц	±5%	до 500 г
HI 813	Hardy (США)	до 10 g	25 Гц...10 кГц	±5%	до 750 г

Продовження таблиці 1

Модель	Виробник	Діапазон прискорень	Діапазон частот	Основна похибка	Маса повірюємого датчика
BCB-131A	Промвитех (Україна)	1-10 м/с ² 1-7 м/с ² 1-7 м/с ²	45 Гц 64 Гц 79,6 Гц	±2% ±3% ±3%	до 2000 г
4295	Bruel&Kjaer (Данія)	0,3-20 м/с ²	10-500 Гц	±2%	до 70 г
4295-002	Bruel&Kjaer (Данія)	0,3-20 м/с ²	10-500 Гц	±3%	до 200 г

Аналіз таблиці 1 показує необхідність створення вітчизняного ПВС котрий має наступні технічні характеристики: діапазон відтворюваних частот 10 Гц...10 кГц, діапазон відтворюваних віброприскорень до 20 м/с², дискретність встановлення віброприскорення 0,01 м/с², дискретність встановлення частоти 0,1 Гц в діапазоні 10...100 Гц, 1 Гц в діапазоні 100 – 1000 Гц, 10 Гц в діапазоні 1-10 кГц, основна похибка формування віброприскорення не більше 3% та незалежність встановленого значення віброприскорення від маси повірюємого датчика (масою не більше 1,5 кг).

Недоліком вітчизняного вібростенду BCB-131 як і деяких інших моделей переносних вібростендів, є відсутність системи автоматичного регулювання заданого рівня вібрації. Встановлення необхідних параметрів відбувається вручну по результатам вимірюного рівня вібрації вбудованим вимірювальним каналом. Це призводить до невиправданого збільшення часу перевірки датчиків-акселерометрів, та збільшенню впливу людського фактору.

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

На рис.1 приведена структурна схема модифікованого портативного вібростенда МП – мікропроцесор; ФСН – формувач синусоїдної напруги; ФНЧ – фільтр нижніх частот; КМН – керований масштабний перетворювач; РП – підсилювач потужності; СП – схема порівняння; ПЗНП – перетворювач змінної напруги в постійну; КП – керований підсилювач.

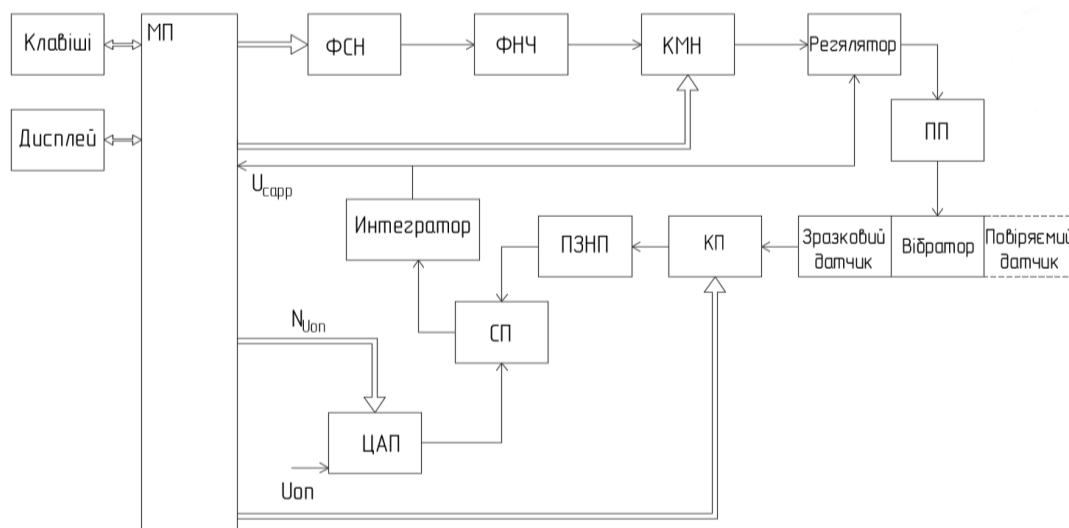


Рисунок 1. Структурна схема портативного вібростенду

Схема заснована на принципі автоматичного керування рівня (напруги) [2]. Сформована цифровим способом синусна напруга з блоку формування синусної напруги поступає на фільтр нижніх частот котрий усуває наявність високочастотних складових в даному сигналі, далі через керований масштабний перетворювач КМП на вхід регулятора, котрий під дією керуючого аналогового сигналу змінює рівень напруги на вході підсилювача потужності ПП до необхідного рівня [3]. Навантаженням ПП є електромеханічний вібратор, який перетворює електричний сигнал у механічні коливання робочої поверхні вібростенда до якої з внутрішньої сторони прикріплений зразковий датчик, а на зовнішній встановлюється повіряємий датчик.

ЗД під дією вібрації формує електричний сигнал у вигляді синусоїдальної напруги, який підсилюється КП, а потім перетворюється у постійну напругу блоком ПЗНП. Вихідний сигнал ПЗНП порівнюється з опорним схемою порівняння СП, яка формує сигнал неузгодженості. Цей сигнал поступає на інтегратор, який формує сигнал керування регулятором, який змінює рівень напруги на вході ПП до тих пір поки вихідний сигнал ПЗНП не зрівняється з опорним. Таким чином, в схемі реалізується автоматичний процес регулювання рівня вібрації, тобто наявна система автоматичного регулювання рівня (САРР).

САРР включає в себе блоки прямого ланцюга: ФСН, ФНЧ, КМП, регулятора, ПП, вібратора; блоки зворотного зв'язку, а саме – блоки вимірювального каналу, до якого входять зразковий датчик ЗД, керований підсилювач КП, блок ПЗНП; і блоки формування опорної напруги.

САРР представляє собою астатичну систему 1-го порядку, тому похибки блоків, що входять в прямий ланцюг не впливають на точність формування заданого віброприскорення [2].

Рівняння перетворення в першому наближенні можна записати у вигляді:

$$A = \frac{U_{OH} K_{ЦАП}}{K_{ЗД} K_{П} K_{ПЗНП}} \quad (1)$$

де A - значення віброприскорення;

U_{OH} - значення опорної напруги;

$K_{ЦАП}$ - коефіцієнт передачі ЦАП;

$K_{ЗД}$ - коефіцієнт перетворення зразкового датчика;

$K_{П}$ - коефіцієнт підсилення;

$K_{ПЗНП}$ - коефіцієнт перетворення змінної напруги в постійну.

На похибку встановленого значення віброприскорення будуть впливати похибки всіх блоків, параметри яких входять до формули (1), а також напруга зміщення інтегратора та схеми порівняння СП. Електронні компоненти вказаних блоків повинні бути високоточними та відрізнятися гарними температурною та часовою стабільністю параметрів [3].

Варто відмітити, що вібратор володіє значною нерівномірністю АЧХ, що пов'язано як з конструктивними особливостями, так і механічним кріпленням вібратора у корпусі вібростенду. Окрім того, при малих заданих рівнях віброприскорення вихідний сигнал ЗД малий. В зв'язку з цим в складі САРР

введені блоки УМП та УС. Керування коефіцієнтом передачі виконує МП. Весь діапазон відтворення значень віброприскорення розділений програмно та апаратно на піддіапазони, які кратні 2.

Керування коефіцієнтом передачі УМП виконується МП по вимірюваному значенню напруги на виході САРУ. Діапазон зміни $U_{вих}$ САРР програмно обмежений нижньою та верхньою межею для стабільної роботи АРУ. Слідкування за значенням $U_{вих}$ САРР виконується МП за допомогою вбудованого АЦП та при виході цього значення за вказаний діапазон виконується перемикання Кумп таким чином, щоб $U_{вих}$ САРР повернулось в допустимий діапазон значень.

Відображення необхідної інформації про режими роботи ПВС відбувається на його ЖК-дисплеї. На дисплей також виводиться інформація про закінчення перехідних процесів в ПВС.

Експериментальні дослідження макета ПВС на базі вібратора ВСВ-131 повну відповідність отриманих даних до поставлених раніше вимог. При цьому встановлення робочого режиму макета вібростенда відбувається по аперіодичному закону. Час встановлення робочого режиму не перевищує 2 с.

ВИСНОВОК

В результаті проведення проектно-конструкторських робіт було розроблено ПВС, що задовольняє всім поставленим задачам. Створено структурну схему, що дозволяє вирішити одну з важливих проблем яка полягає у точності швидкого встановлення робочого режиму вібрації давача вібрації.

СПИСОК ВИКОРИСТОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бриндли К. Измерительные преобразователи: Справочное пособие: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1991.-144 с.
2. Болников В.Е., Чинаев П.Н. Анализ и синтез систем автоматического управления на ЭВМ. Алгоритмы и программы. М.: Радио и связь, 1991. 256 с.
3. А. Дж. Пейтон, В. Волш. Аналоговая электроника на операционных усилителях — М.: БИНОМ, 1994 — 352 с.

Наук. керівник – д.т.н., доц. Дубінець В.І.