

ВИЗНАЧЕННЯ АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВОГО ЗМІЦНЮВАЧА

Ї Кусий Я.М., Топільницький В.Г., 2011

Розроблено алгоритм визначення амплітудно-частотних характеристик вібраційно-відцентрового зміцнювального пристрою. Наведено принципову схему устави та вібровимірювального комплексу для дослідження амплітудно-частотних характеристик вібраційного зміцнювача, описано їхню будову та принцип роботи. Проаналізовано результати експериментальних досліджень.

The gain-frequency characteristics determination algorithm of vibrational-centrifugal strengthening treatment is worked out. A fundamental chart over of setting and vibromeasuring complex for gain-frequency characteristics research of vibrational-centrifugal strengthening treatment is brought. Structure and work's principle of setting it is described. The experimental researches results are analysed.

Постановка проблеми. Пристрої з дебалансним і електромагнітним приводом, що реалізують метод вібраційно-відцентрового зміцнення (ВВЗ), використовують для покращення експлуатаційних характеристик деталей машин [1, 2]. Огляд літературних джерел і аналіз принципових схем реалізації методу ВВЗ переконливо свідчать, що конструкції вібраційно-відцентрових зміцнювачів із пружними системами та електромагнітним приводом є прогресивним кроком у цій галузі; їх доцільно використовувати для якісного викінчувально-зміцнювального оброблення зовнішніх чи внутрішніх поверхонь металевих виробів. Щодо оброблення внутрішніх поверхонь металевих довгомірних стержневих виробів (внутрішній діаметр понад 120 мм), то метод ВВЗ, на нашу думку, є найперспективнішим і дієвим саме для електромагнітних пристроїв із пружними системами в зв'язку з їх компактністю, енергоощадністю й здатністю забезпечити високий рівень енергії деформації та необхідні геометричні й фізико-механічні параметри якості поверхневих шарів виробів, які відіграють вирішальну роль у формуванні експлуатаційних характеристик виробів.

Проте відсутність ґрунтовних досліджень динаміки руху електромагнітних пристроїв із пружними системами, зокрема визначення їхніх амплітудно-частотних характеристик, гальмує широке промислове використання сучасного ефективного технологічного обладнання.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) – залежність амплітуди коливань на виході пристрою від частоти відправного гармонійного сигналу, що вимірюється за зміною частоти постійного за амплітудою відправного сигналу. За АЧХ можна оцінити характер передачі окремих гармонійних складових і встановити резонансні частоти. Це актуально для вібраційних пристроїв, які працюють, як правило, в білярезонансному режимі роботи.

Згідно зі стандартною методикою [3, 4] параметри вібрацій (амплітудно-частотних характеристик) контролюють, фіксуючи амплітуду коливань давачами прискорення та за індикаторними відмітками.

Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки, вдосконалення й створення нових прогресивних конструкцій контрольно-вимірювальних приладів дає змогу поряд із традиційними способами

вимірювання амплітудно-частотних характеристик вібраційного устаткування розробляти нові методи, які, розширюючи технологічні можливості, сприяють підвищенню точності вимірювань.

Постановка задачі. Метою статті є розроблення методики визначення АЧХ електромагнітних вібраційно-відцентрових зміцнювальних пристроїв з пружними системами та технологічного оснащення, що її реалізує.

Основний матеріал. Під час вібраційно-відцентрового зміцнення деталей форми тіл обертання електромагнітними пристроями з пружними системами параметри вібрацій (АЧХ) контролювали та вимірювали із використанням спеціального віброкомплексу [1, 5]. Вібровимірювальний комплекс, принципова схема якого подана на рис. 1, охоплює датчик моделі “VS-080”, що сприймає вібрації визначених точок елементів зміцнювального інструменту та перетворює їх на електричний сигнал, прилада-перетворювача “VIBROTEST 30” фірми SCHENCK (Німеччина), що перетворює електричний сигнал на аналоговий, 16-розрядного аналого-цифрового перетворювача (звукової карти ПЕОМ), що сприймає сигнал від прилада-перетворювача, програмного забезпечення (програми Sound Forge) для оброблення закодованої інформації.

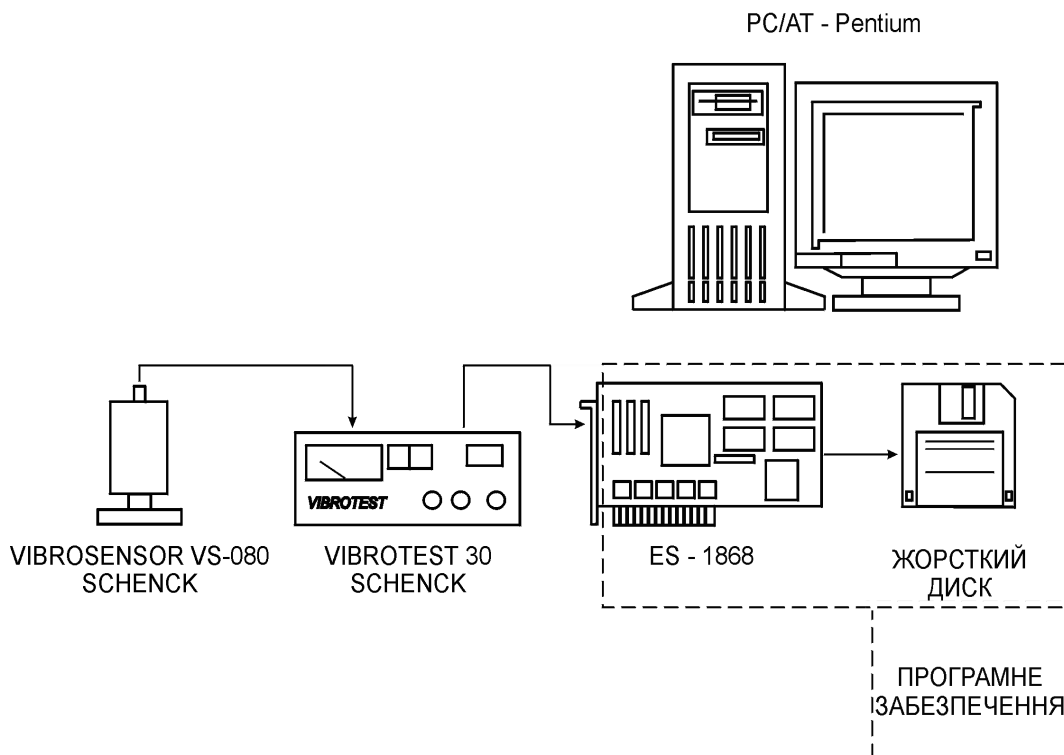


Рис. 1. Вібровимірювальний комплекс для експериментальних досліджень амплітудно-частотних характеристик

Вимірювальний датчик закріплювали на досліджуваному елементі зміцнювального пристрою за допомогою магніта або різцевого з'єднання у напрямку поширення коливань. Після запуску зміцнювального пристрою та виведення його на робочий режим роботи датчик VS-080, сприймаючи коливання, перетворює їх на електричний сигнал і подає електричний імпульс на прилад-перетворювач. “VIBROTEST 30” замінює електричний сигнал на аналоговий і подає його на лінійний вхід звукової карти ПЕОМ через послідовний порт LPT1. Для опрацювання результатів експериментальних досліджень використовували прикладне програмне забезпечення, зокрема програму Sound Forge.

Для експериментальних досліджень стосовно визначення АЧХ електромагнітного вібраційно-відцентрового зміцнювача розроблено устаткування (рис. 2), для якої використали столи вертикально-фрезерного верстата мод. 6P12 і горизонтально-фрезерного верстата мод. 6H81.

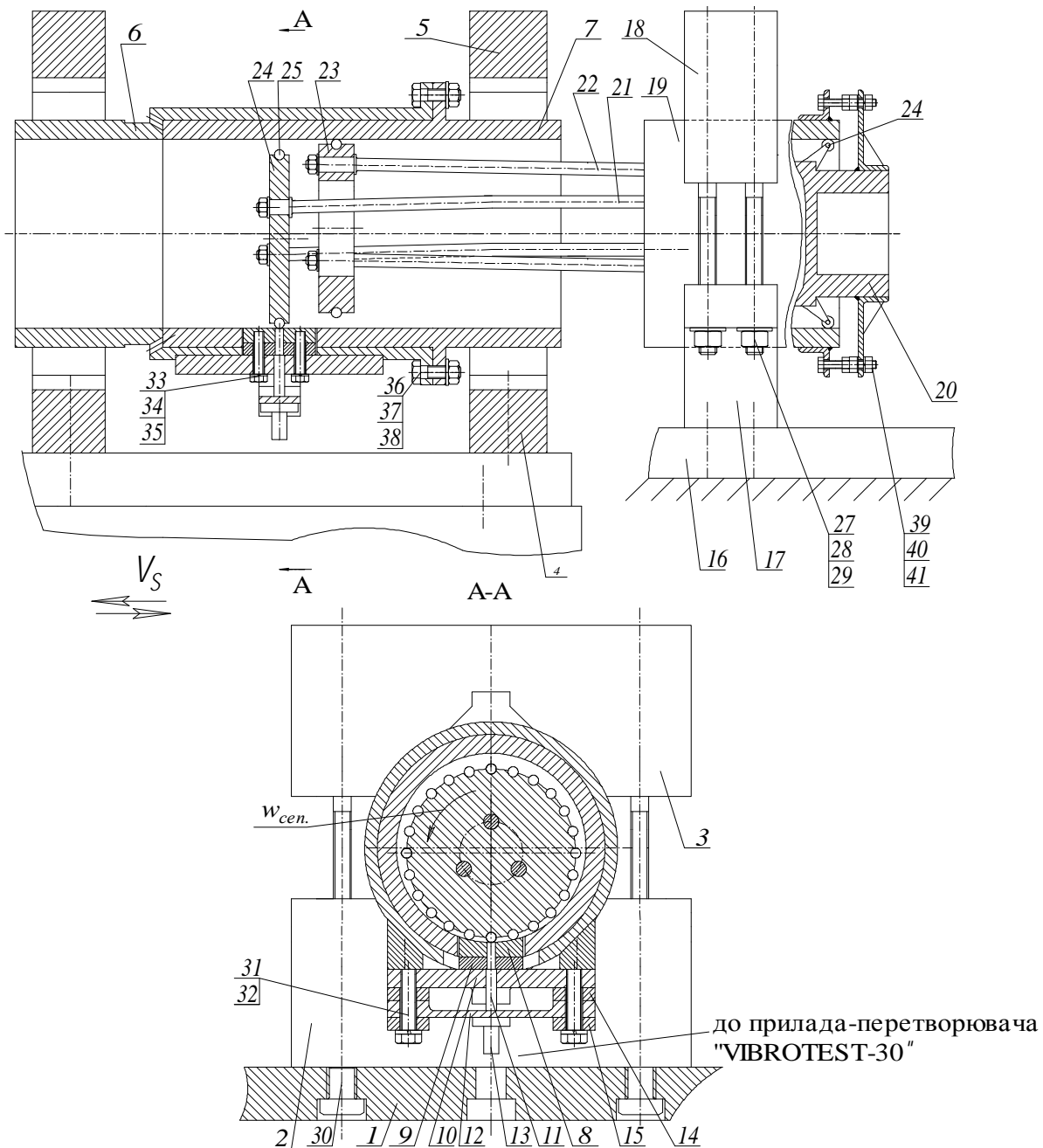


Рис. 2. Принципова схема устави для дослідження амплітудно-частотних характеристик вібраційного зміцнювача: 1 – стіл горизонтально-фрезерного верстата мод. 6Н81; 2, 3, 4, 5 – призми; 6, 7 – фрагменти металевої довгомірної циліндричної деталі; 8 – експериментальний зразок; 9 – прокладка; 10 – планка; 11 – тензочутливий палець; 12 – балочка; 13 – вібродавач; 14, 15 – регульовальні шайби; 16 – стіл вертикально-фрезерного верстата мод. 6Р12; 17, 18 – призми; 19 – фрагмент металевої довгомірної циліндричної деталі; 20 – основа; 21, 22 – торсіони; 23, 24 – диски-сепаратори; 25 – деформівні тіла; 26 – напрямний гумовий ролик; 27-41 – кріпильні елементи

Фрагменти довгомірного циліндричного виробу 6, 7 із приєднаним до них експериментальним зразком 8 призматичної форми за допомогою прокладки 9, планки 10 і кріпильних елементів 33, 34, 35 закріплювали до стола 1 горизонтально-фрезерного верстата. Електромагнітний вібраційно-відцентровий зміцнювач на напрямних роликах 26 основи 20 встановлено на внутрішній циліндричній поверхні фрагмента 19, що закріплений на призмах 17, 18 до стола 16 вертикально-фрезерного верстата. За допомогою руху поздовжньої подачі стола 1 в автоматичному чи ручному режимі зміцнювальний пристрій розміщують у фрагменті 7 так, щоб диски-сепаратори 23, 24 розташовувалися перед зразком 8. До планки 10 кріпильними елементами 31, 32 приєднана балка

12 із регульовальними шайбами 14, 15. Одна із робочих поверхонь балки 12 контактує із торцем тензочутливого пальця 11, а до іншої приєднаний за допомогою магніта вібродавач 13. Інший торець тензочутливого пальця під час експериментів контактує із деформівними тілами 25 дисків-сепараторів 23, 24. Просторове розташування пальця 11 відносно зразка 8 регулюють шайбами 14, 15. Під час подавання живлення на котушки електромагнітів між складниками електромагнітного приводу (на принциповій схемі не показано) виникає електромагнітне поле, якір і статор здійснюють кругові плоскопаралельні коливання, які за допомогою пружної системи на торсіонах 21, 22 передаються диском-сепараторам 23, 24. У певний проміжок часу t визначене деформівне тіло 25 вступає в контакт зі зразком 8 і розмішеним у ньому пальцем 11, внаслідок чого палець переміщується вниз і передає імпульс балочці 12. В результаті контакту із пальцем балочка 12 здійснює коливання, які сприймає вібродавач 13 і передає інформацію на перетворювач.

Алгоритм експериментальних досліджень АЧХ зміцнювального пристрою з пружними системами вибрано таким:

1. Підготовка електромагнітного вібраційно-відцентрового зміцнювача із пружними системами до виконання експерименту, під'єднання ЕОМ і контрольно-вимірювальної апаратури відповідно до правил техніки безпеки та норм охорони праці на робочому місці.

2. Вибір характерної ділянки у площині коливань визначеного елемента електромагнітного віброзміцнювача, АЧХ якого будемо досліджувати.

3. Закріплення на вибраній ділянці вібродавача у напрямку поширення коливань.

4. Запуск електромагнітного зміцнювального інструменту з пружними системами.

5. Експериментальне дослідження АЧХ у неробочому режимі роботи електромагнітного віброзміцнювача, яке полягає у зчитуванні за допомогою апаратури, звукової карти комп'ютера та програми Sound Forge сигналу з вібродавача протягом 5 с і запису його у wav-файл. Отримання на підставі аналізу та опрацювання результатів графічних залежностей $v_i = f(t)$.

6. Експериментальне дослідження АЧХ у робочому режимі роботи електромагнітного віброзміцнювача, яке полягає, окрім зчитування за допомогою апаратури, звукової карти комп'ютера та програми Sound Forge сигналу з вібродавача протягом 5 с і запису його у wav-файл, у фіксації значень сили струму на котушках електромагнітів для кожного експерименту. Отримання на підставі аналізу та опрацювання результатів графічних залежностей.

7. Виконання експериментів за інших конструктивних параметрів пристрою згідно з пп.1-5.

8. Опрацювання, аналіз та оцінка отриманих результатів.

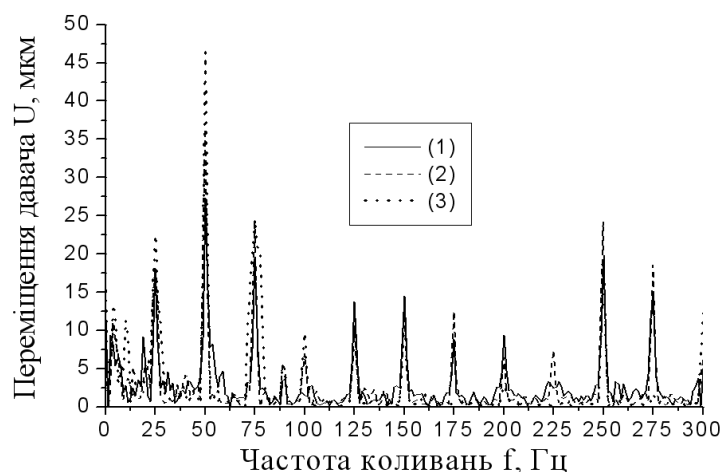


Рис. 3. Спектри частот руху диска-сепаратора пружно-коливної системи основа – якір – диск-сепаратор (неробочий режим роботи електромагнітного віброзміцнювача) за відповідних амплітуд коливань: $A_1 = 0,4$ мм, $A_2 = 0,8$ мм, $A_3 = 1,2$ мм

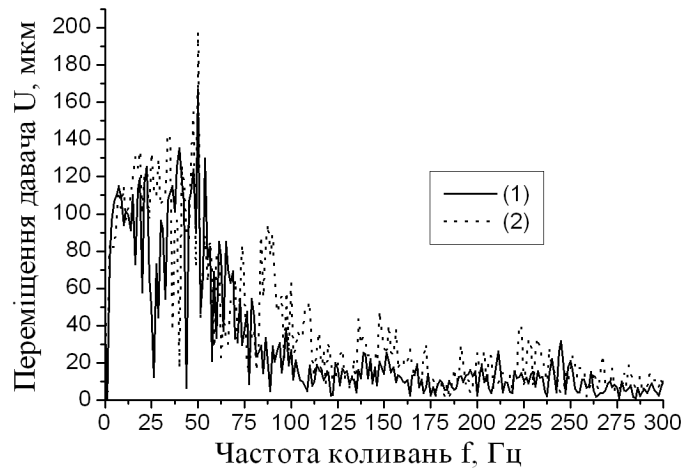


Рис. 4. Спектри частот руху диска-сепаратора пружно-коливної системи основа – якір – диск-сепаратор (робочий режим роботи електромагнітного віброзміцнювача) за відповідних значень сили струму на котушках електромагнітів : $I_1 = 0,75 \text{ A}$, $I_2 = 1,0 \text{ A}$

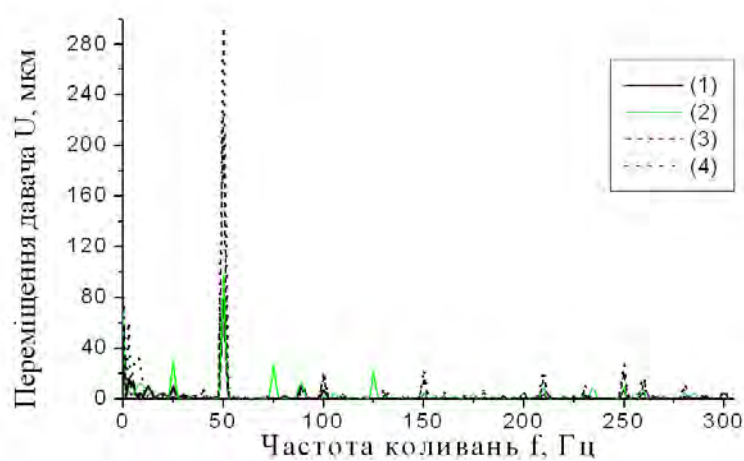


Рис. 5. Спектри частот руху диска-сепаратора пружно-коливної системи основа – статор – диск-сепаратор (неробочий режим роботи електромагнітного віброзміцнювача) за відповідних амплітуд коливань: $A_1 = 0,4 \text{ мм}$, $A_2 = 0,8 \text{ мм}$, $A_3 = 1,2 \text{ мм}$, $A_4 = 1,6 \text{ мм}$



Рис. 6. Спектри частот руху диска-сепаратора пружно-коливної системи основа – статор – диск-сепаратор (робочий режим роботи електромагнітного віброзміцнювача) за відповідних значень сили струму на котушках електромагнітів : $I_1 = 0,75 \text{ A}$, $I_2 = 1,0 \text{ A}$

Віброграми, одержані за допомогою програмного забезпечення (програми “Sound Forge ”), опрацьовано за допомогою комп’ютерної програми та подано у вигляді електронних таблиць, за допомогою яких отримали ряд спектрів частот, наведених на рис. 3–6. Як видно з графічних залежностей, доміантною як для неробочого, так і для робочого режиму роботи пристрою є частота зовнішнього збурення – частота вимушених коливань складників приводу (у цьому випадку 50 Гц), оскільки складова гармоніка з частотою 50 Гц має найбільшу амплітуду коливань. Причому така картина спостерігається для всіх досліджуваних елементів за різних параметрів електромагнітного віброзміцнювача. Також на характер руху віброзміцнювача впливають і кратні частоти, але амплітуди відповідних гармонік є меншими. Значні збурення на низьких частотах можна пояснити проходженням перехідних процесів і великими похибками вимірювань саме у низькочастотному діапазоні. Тому визначальною для дослідження динамічних параметрів процесу ВВЗ є частота зовнішнього збурення – частота вимушених коливань складників приводу.

Висновки. Аналіз графічних залежностей (рис. 3–6) дає змогу зробити такі висновки. Експериментальна крива зміни в часі переміщення у напрямку коливань елементів електромагнітного віброзміцнювача утворюється накладанням кількох гармонійних кривих, які описують закони зовнішніх збурень із різними частотами, амплітудами та фазами. Найвагомим є збурення від вимушених коливань складників електромагнітного приводу з частотою 50 Гц. Форма кривої подібна до кривої, що відображає рух за синусоїдальними чи косинусоїдальними законами.

1. Кусий Я.М. Технологічне забезпечення фізико-механічних параметрів поверхневих шарів металевих довгомірних циліндричних деталей вібраційно-відцентровим зміцненням: дис... канд. техн. наук: 05.02.08. – Львів, 2002. – 260 с. 2. Афтаназів І.С., Кусий Я.М., Свіч А., Собачек А., Юрчишин І.І. Огляд технологій викінчувального оброблення довгомірних стержневих виробів // Вісник Житомирського інж.-технол. ін-ту. Спец. вип. за матеріалами II Міжнародної науково-технічної конференції “Процеси механічної обробки, верстати та інструменти”. – Житомир, 2001. – С. 60–68. 3. Вибрації в техніці. Справочник: В 6 т. / ред. В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1979. – Т. 2. Колебания нелинейных механических систем. / Под ред. И.И. Блехмана. – 351 с. 4. Вибрації в техніці: справочник. В 6 т. / ред. В.Н. Челомей (пред.). – М. Машиностроение, 1980. – Т.3. Колебания машин, конструкций и их элементов. / Под ред. Ф.М. Диментберга и К.С. Колесникова. – 544 с. 5. Топільницький В.Г. Динамічні процеси у вібромашинах для об’ємної обробки з дебалансним віброзбудником: Дис... канд. техн. наук: 05.02.09. – Львів, 2002. – 228 с.