

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГЕНЕРАЦИИ ВИБРАЦИИ

Шичэнь Сун, Размахин Виталий Сергеевич, Швейцер Андрей Александрович
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск
E-mail vrazmakhin@gmail.com

RESEARCH OF INFORMATION AND MEASURING SYSTEMS OF VIBRATION GENERATION

SHichehn' Sun, Razmakhin Vitalij Sergeevich, SHvejtser Andrej Aleksandrovich
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Статья посвящена краткому изложению обзора информационно-измерительных систем генерации вибрации. Рассмотрены устройства для генерации вибраций, приборы и комплексы для регистрации данных. Отмечены достоинства и недостатки. Сделан вывод на конкурентоспособности информационно-измерительных систем генерации вибрации, разработанных в Томском политехническом университете, и перспективности их применения для различных практических задач.

Abstract: The article is a brief review of information and measuring systems for vibration generation. Devices for vibrations generation, instruments and complexes for recording data are considered. The advantages and disadvantages are noted. The conclusion is drawn on the competitiveness of information and measuring systems for vibration generation developed at the Tomsk Polytechnic University, and the future of their application for various practical problems.

Ключевые слова: генерация вибраций, информационно-измерительная система, регистрация данных эксперимента.

Keywords: vibration generation, information and measurement system, experimental data recording.

Вибрация и процессы, связанные с ней, всегда представляли интерес у исследователей, а задачи регистрации параметров вибрации были и остаются актуальными.

Различают полезную и отрицательную вибрацию. Примерами первой могут стать виброшлифование и вибротранспортирование, примерами второй – вибрация при работе технологического оборудования. В первом случае вибрацию возбуждают с определенными параметрами, в другом – гасят, но в обоих случаях для ее изучения работа ведется в нескольких направлениях – исследования на:

- реальном объекте;
- испытательном стенде. Создание испытательных стендов позволяет провести предварительные исследования в необходимом объеме без вывода реального объекта из эксплуатации.

и применяются информационно-измерительные комплексы, краткая характеристика которых дана ниже (см. таблица).

Таблица – Результаты отклонения от действительных значений емкости

Тип	Достоинства	Недостатки
стационарные	высокая точность, большая глубина	высокая стоимость, большие габариты и вес, значительные
мобильные	небольшие размеры, масса	погрешность, глубина поиска дефекта
встроенные	быстрота, автоматизация	большое число датчиков

Таким образом, при наличии испытательного стенда генерации (возбуждения) вибрации и информационно-измерительных комплексов ведется речь об информационно-измерительных системах генерации вибрации.

Анализ существующих испытательных стендов [1, 2] показал преимущества применения гидравлических стендов в аспекте исследования процессов в технологическом оборудовании и его элементах.

В работах [3–9] доказана перспективность в качестве элементов, передающих вибрацию на объект испытаний, гибких упругих оболочек (рукавов высокого давления) различного количества и коммутации (см. рисунок 1).

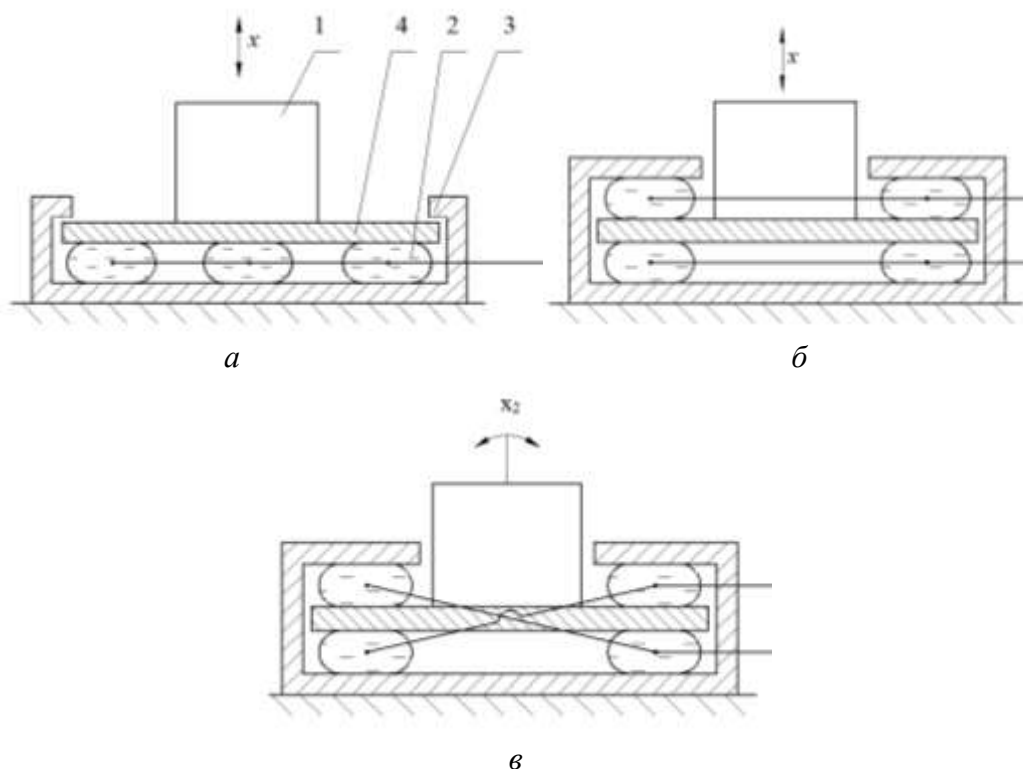


Рисунок 1 – Конструктивная схема исполнительного механизма на предварительно поджатых упругих оболочках: а, б – вертикальные колебания; в – качательные колебания

1 – промежуточная масса; 2 – рукава высокого давления; 3 – основание; 4 – платформа

Одними из основных достоинств таких механизмов является переменная жесткость, регулируемая изменением среднего давления, а также возможность возбуждения вибрационных нагрузок больших значений.

Приводом данного механизма может стать гидравлический привод с эксцентриковым механизмом (см. рисунок 2).

Данный привод состоит из:

- регулируемого аксиально-поршневого насоса 2, приводимого в движение от асинхронного электродвигателя 1;
- фильтра 3 для дополнительной очистки рабочей жидкости;
- аксиально-поршневого гидромотора 5, приводимого в работу энергией жидкости от регулируемого насоса;
- эксцентрикового механизма 6, получающего вращение от выходного вала гидромотора;

- регулируемого дросселя 8;
- магистралей 4 (напорной) и 7 (сливной);
- бака 9;
- плунжерной пары 6, обеспечивающим периодическое перемещение заданного объема жидкости в упругие оболочки.

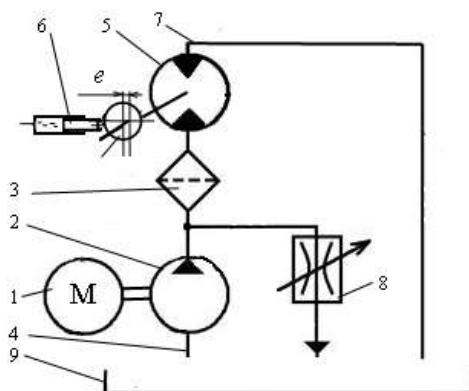


Рисунок 2 – Принципиальная схема гидропривода

- 1 – асинхронный электродвигатель; 2 – регулируемый аксиально-поршневой насос;
 3 – фильтр; 4 – магистраль напорная; 5 – аксиально-поршневой гидромотор;
 6 – плунжерная пара; 7 – магистраль сливная; 8 – регулируемый дроссель; 9 – бак

Регистрация сигналов велась информационно-измерительным комплексом, разработанным учеными Томского политехнического университета совместно со сотрудниками [11, 12].

Данный комплекс, состоящий из вибромодуля с функцией аналого-цифрового преобразователя, пьезоэлектрических датчиков, ноутбука и информационных каналов, хорошо зарекомендовал себя при регистрации данных виброиспытаний на различных стендах [1, 2, 13–15].

Для регистрации экспериментальных данных датчики размещаются:

- на объекте контроля, закрепляемом на промежуточной массе 1 при испытании на виброактивность;
- на промежуточной массе 1, платформе 4 и основании 3 при испытаниях на гашение ударно-вибрационной нагрузки, для чего стенд оснащается дополнительным ударным механизмом

Таким образом, информационно-измерительные системы генерации вибрации на базе исполнительных механизмов с рукавами высоко давления, относительно простого по исполнению гидравлического стенда в совокупности с информационно-измерительным комплексом [11, 12] представляют интерес для дальнейших исследований.

Список литературы

1. Nizhegorodov A., Gavrilin A., Moyzes B., Ditenberg I., Zharkevich O., Zhetessova G., Muravyov O., Bets M. Stand for dynamic tests of technical products in the mode of amplitude-frequency modulation with hydrostatic vibratory drive // Journal of Vibroengineering. – 2016. – V. 18 (6). – pp. 3734-3742.
2. Nizhegorodov A.I., Gavrilin A.N., Moyzes B.B. Hydraulic power of vibration test stand with vibration generator based on switching device // Key Engineering Materials. – 2016. – V. 685. – pp. 320-324.

3. Gavrilin A.N., Chuprin E.A., Moyzes B.B., Halabuzar E.A. Land-based sources of seismic signals // Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS, 2014, 6986947. DOI: 10.1109/MEACS.2014.6986947.
4. Nizhegorodov A.I., Gavrilin A.N., Moyzes B.B., Cherkasov A.I., Zharkevich O.M., Zhetessova G.S., Savelyeva N.A. Radial-piston pump for drive of test machines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – V. 289 (1) – 012014. DOI:10.1088/1757-899X/289/1/012014.
5. Кувшинов К.А., Мойзес Б.Б., Крауиньш П.Я. Импульсно-вибрационный источник сейсмических сигналов // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 1. – С. 77-81.
6. Кувшинов К.А., Мойзес Б.Б. Разработка импульсно-вибрационного источника сейсмических сигналов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – № S3. – С. 503-509.
7. Пат. 2324954 Российская Федерация, МПК7 G 01 V 1/155. Виброимпульсный источник / Крауиньш П.Я., Смайлов С.А., Мойзес Б.Б., Супрунов А.Ю., Кувшинов К.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Томский политехнический университет. – № 2006137548/28; заявл. 23.10.06; опубл. 20.05.2008, Бюл. №14. – 5 с.: ил.
8. Пат. 2240582 Российская Федерация, МПК7 G 01 V 1/155. Виброимпульсный источник энергии / Крауиньш П.Я., Иоппа А.В., Смайлов С.А., Мойзес Б.Б., Воронько И.В.; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. – № 2003108773/28; заявл. 28.03.03; опубл. 20.11.2004, Бюл. №32. – 5 с.: ил.
9. Пат. 2171479 Российская Федерация, МПК7 G 01 V 1/147, G 01 V 1/133. Виброимпульсный источник сейсмических сигналов / Крауиньш П.Я., Иоппа А.В., Смайлов С.А., Мойзес Б.Б.; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. – № 2000102751/28; заявл. 03.02.2000; опубл. 27.07.2001, Бюл. № 21. – 4 с.: ил.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2017614049 Российская Федерация. Виброрегистратор-М2 / Гаврилин А.Н., Серябряков К.В., Мельнов К.В., Хайруллин А.Р. Мойзес Б.Б.; заявитель и патентообладатель Томский политехнический университет. – № 2017611112; заявл. 13.02.2017; опубл. 05.04.2017. – 1 с.
11. Gavrilin A., Moyzes B., Cherkasov A., Mel'nov K., Zhang X. Mobile complex for rapid diagnosis of the technological system elements // MATEC Web of Conferences. – 2016. – 79. – 01078.
12. Болатбекова Д.Г., Плотникова И.В., Есенбаев С.Х. аутсорсинг как инструмент повышения эффективности работы измерительных приборов // Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации»; Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. – С. 183-185
13. Plotnikova I.V., Chicherina N.V., Stepanov A.B. Mathematic modeling of the method of measurement relative dielectric permeability// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. –V. 363 (1) 012006. DOI: 10.1088/1757-899X/363/1/012006
14. Горбачев С.В., Казтаев А.Ж., Сырымкин В.И., Богомолов Е.Н., Вавилова Г.В. Калибровка детектора рентгеновского цифрового микротомографа на основе нечеткой сети Кохонена // Контроль. Диагностика. – 2012. – № 13. – С. 94-96.
15. Vavilova G.V., Ryumkin A.V. Detection of insulation defects in the wire through measuring changes in its capacitance// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 6. Ser. "6th International Conference: Modern Technologies for Non-Destructive Testing"– 2018. – 012017.