

УДК 621.183.35-868

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ
ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ НА МАНОМЕТРИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**

В.И. Чеховских, А.Н. Калиниченко

Томский политехнический университет

E-mail: lex-k@tpu.ru

Калиниченко Алексей Николаевич, доцент кафедры «Физические методы и приборы контроля качества» Института неразрушающего контроля ТПУ.

E-mail: lex-k@tpu.ru

Область научных интересов: исследования и разработка неразрушающих физических методов и приборов контроля качества материалов и изделий, вибродиагностика.

Чеховских Виталий Игоревич, студент кафедры «Физические методы и приборы контроля качества» Института неразрушающего контроля ТПУ.

E-mail: lex-k@tpu.ru

Область научных интересов: неразрушающие методы и приборы контроля качества материалов и изделий, вибродиагностика.

Проведено исследование параметров колебаний манометрического оборудования, работающего в условиях повышенной вибрации. В процессе работы были проведены исследования влияния жидкостей на вибрацию в манометре. Сделан вывод о том, что применение вязких жидкостей эффективно для снижения виброактивности манометрического оборудования.

Ключевые слова:

Вибрация, виброактивность, виброускорение, демпфирующая жидкость, манометрическое оборудование, резонанс.

Вибрация в изделии или его составных частях может вызывать ограничение или потерю работоспособного состояния в процессе эксплуатации, что приведет к понижению метрологических показателей этого изделия или выведет его из строя и, следовательно, может вызвать остановку производственного процесса. Во избежание этого необходимо снижать уровень вибрации в

приборах и оборудовании различными способами.

Виброустойчивость манометров необходима при проведении измерений избыточного давления в условиях пульсирующего давления измеряемой среды высокой частоты, больших амплитуд и внешних вибраций. В обычных манометрах при таких внешних условиях происходит быстрое изнашивание различных механизмов, что приводит к повышению погрешности измерения давления, а во многих случаях и к поломке манометра.

Целью работы является исследование способов снижения виброактивности манометрического оборудования, работающего в условиях повышенной вибрации.

Для защиты от вибрации применяют следующие методы: снижение виброактивности машин; отстройка от резонансных частот; вибродемпфирование; виброизоляция; виброгашение.

1. Отстройка от резонансных частот. Заключается либо в изменении режимов работы машины и, соответственно, частоты возмущающей силы, либо в изменении собственной частоты колебаний машины путем изменения жесткости системы, например установкой ребер жесткости или изменения массы системы (к примеру, путем закрепления на машине дополнительных масс).

2. Вибродемпфирование – это метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов трения, рассеивающих колебательную энергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция. Вибродемпфирование осуществляется: нанесением на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение, – мягких покрытий (резина, пенопласт, мастика) и жестких (листовые пластмассы, стеклоизол, гидроизол, листы алюминия); применением поверхностного тре-

ния (например, прилегающих друг к другу пластин, как у рессор); установкой специальных демпферов.

3. Виброгашение (увеличение массы системы) осуществляют путем установки агрегатов на массивный фундамент. Виброгашение наиболее эффективно при средних и высоких частотах вибрации.

4. Виброизоляция заключается в уменьшении передачи колебаний от источника к защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Для виброизоляции чаще всего применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок, пружин или их сочетания.

По итогам исследования способов снижения влияния вибрации был сделан вывод, что вибродемфирование – наиболее подходящий способ для объекта исследования [1].

В процессе работы был разработан лабораторный стенд для виброиспытаний (рис. 1), позволяющий исследовать влияние жидкостей на параметры вибрации, возникающих в испытуемых образцах.

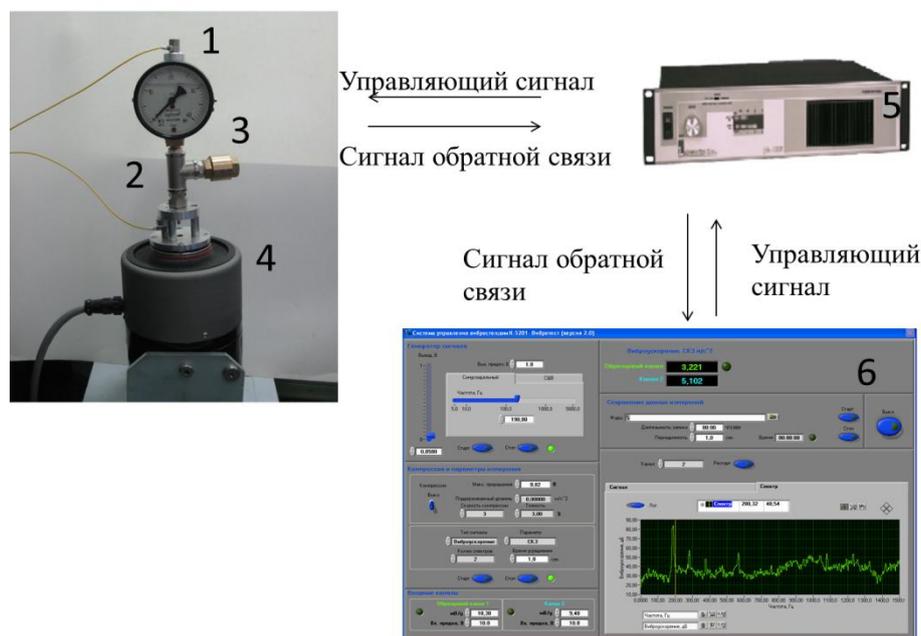


Рис. 1. Схема испытаний: 1 – образец испытания; 2, 3 – оснастка; 4 – вибростенд ET-139; 5 – линейный усилитель мощности PA-138; 6 – измерительный комплекс управления вибростендом K-5201

Объект испытания при помощи оснастки закреплялся на вибростенде ET-139. Для создания гармонических колебаний использовали измерительный комплекс управления вибростендом K-5201 и линейный усилитель мощности PA-138.

С помощью специальной программы управления вибрационным стендом «Вибротест» задавали параметры гармонических колебаний вибростенда (частоту и амплитуду), которые фиксировались «эталонным» вибропреобразователем, расположенном на основании стола вибростенда.

Вторым вибропреобразователем регистрировали вибросигнал, полученный с испытуемого объекта. Параметры полученных сигналов анализировались с помощью программного обеспечения «Вибротест».

В ходе работы были проведены исследования влияния вибродемфирующих жидкостей на виброактивность образцов при возбуждении в манометре синусоидальных колебаний. Для исследования были выбраны три жидкости (вода, масло, глицерин). Жидкости (табл. 1) заполняли манометр на 25, 50 и 75 % объёма.

Таблица 1. Характеристики испытываемых жидкостей

| Вид жидкости | Плотность, кг/м ³ | Вязкость, мПа·с | Коэффициент расширения, 10 ⁻⁵ С ⁻¹ |
|--------------|------------------------------|-----------------|--|
| Вода | 999 | 1 | 15 |
| Масло | 925 | 81 | 70 |
| Глицерин | 1260 | 1490 | 53 |

Исследования были проведены в соответствии с методом 102-1 – испытание на виброустойчивость при воздействии синусоидальной вибрации. Испытания проводились путем плавного изменения частоты в заданном диапазоне от низшей к высшей. Шаг изменения частоты в диапазоне частот от 10 до 500 Гц устанавливали равным 10 Гц при амплитуде ускорения 9,8 м/с⁻² [2]. Испытания проводились при воздействии вибрации в трех взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к изделию [3].

По результатам анализа амплитудно-частотных характеристик не заполненного жидкостью объекта (рис. 2) был выявлен особенный участок в области 340 Гц – явление резкого увеличения амплитуды в локальном диапазоне частот. Такая форма амплитудно-частотной характеристики типична при проявлении резонансов изделий. Также на этом графике видно, что резонансы на испытуемом образце в основном происходят в вертикальном и осевом направлении.

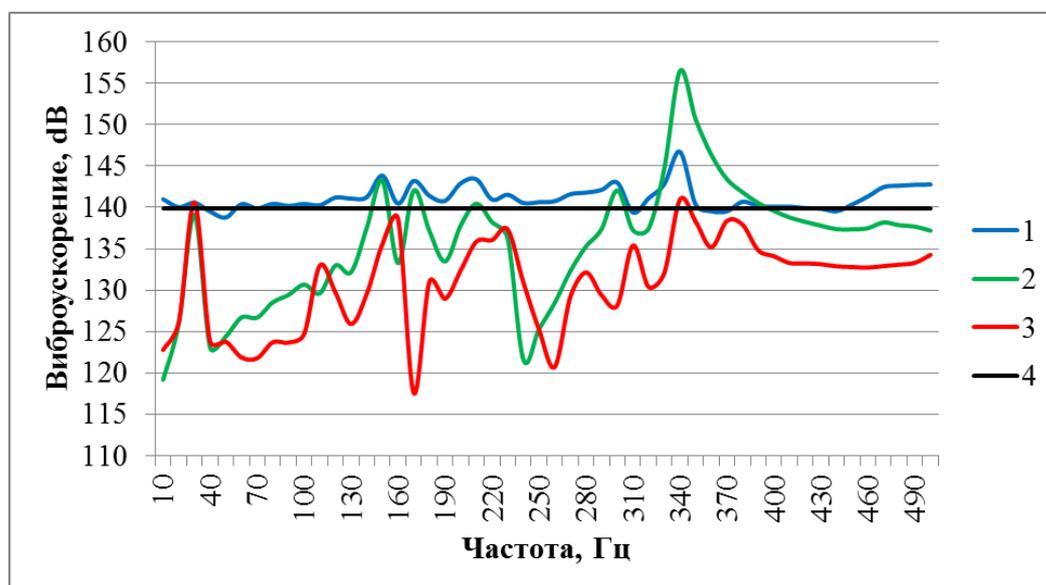


Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики, снятые с манометра, не заполненного жидкостью, в направлениях: 1 – вертикальном; 2 – осевом; 3 – поперечном; 4 – базовый уровень

В ходе работы были сняты амплитудно-частотные характеристики виброактивности образцов, заполненных жидкостями на 25, 50 и 75 % объема (рис. 3–8).

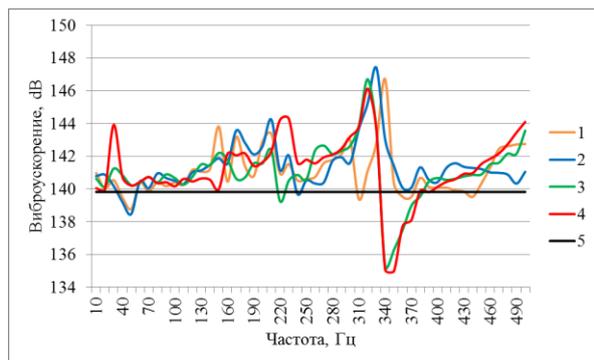


Рис. 3. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в вертикальном направлении при 25 %-м заполнении манометра: 1 – пустой; 2 – вода; 3 – масло; 4 – глицерин; 5 – базовый уровень

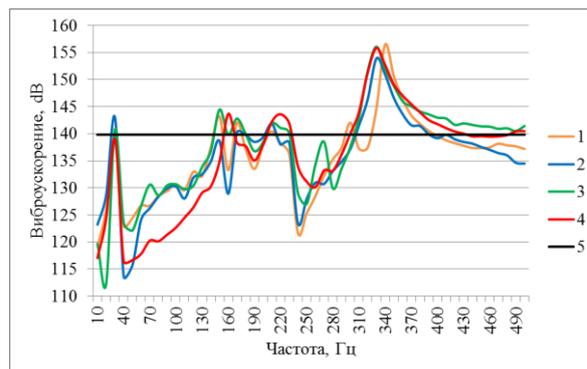


Рис. 4. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в осевом направлении при 25 %-м заполнении манометра: 1 – пустой; 2 – вода; 3 – масло; 4 – глицерин; 5 – базовый уровень

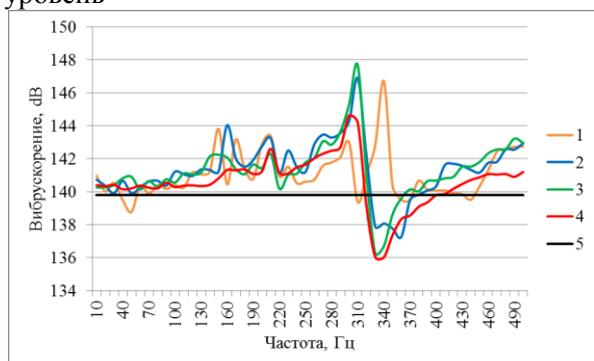


Рис. 5. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в вертикальном направлении при 50 %-м заполнении манометра: 1 – пустой; 2 – вода; 3 – масло; 4 – глицерин; 5 – базовый уровень

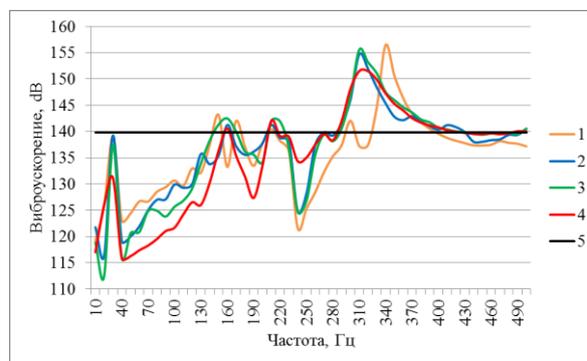


Рис. 6. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в осевом направлении при 50 %-м заполнении манометра: 1 – пустой; 2 – вода; 3 – масло; 4 – глицерин; 5 – базовый уровень

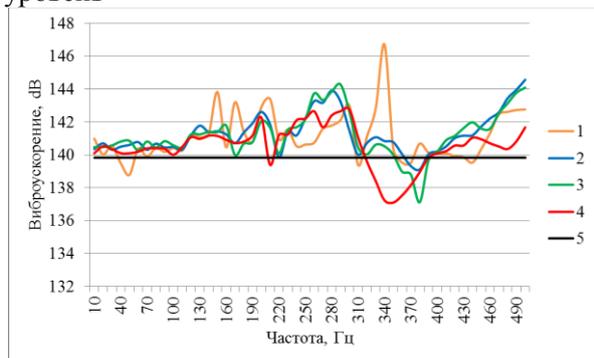


Рис. 7. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в вертикальном направлении при 75 %-м заполнении манометра: 1 – пустой; 2 – вода; 3 – масло; 4 – глицерин; 5 – базовый уровень

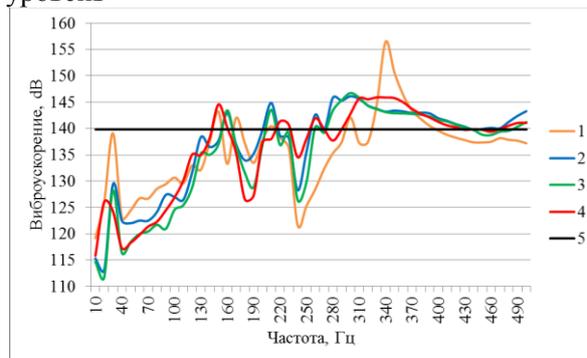


Рис. 8. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в осевом направлении при 75 %-м заполнении манометра: 1 – пустой; 2 – вода; 3 – масло; 4 – глицерин; 5 – базовый уровень

Сравнив полученные амплитудно-частотные характеристики, можно сказать, что наиболее эффективной из используемых жидкостей является глицерин. Путем сравнения амплитудно-частотных характеристик при разных уровнях заполнения манометра глицерином был выявлен наиболее эффективный уровень (75...100 %), при котором пик, соответствующий резонансу, уменьшался по амплитуде и становился более широким. В вертикальном направлении виброактивность уменьшилась в 1,4 раза (~ 3 dB), а в осевом направлении – в 2,8 раза (~ 9 dB).

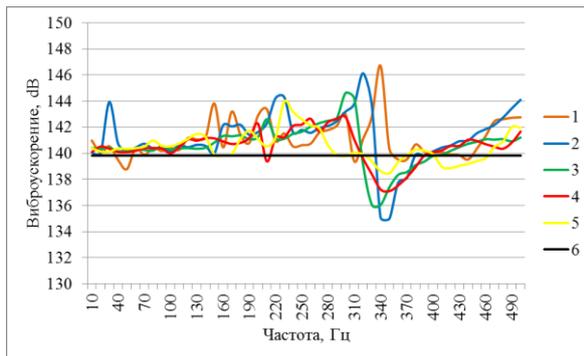


Рис. 9. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в вертикальном направлении, при заполнении манометра глицерином: 1 – на 0; 2 – 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100 %; 6 – базовый уровень

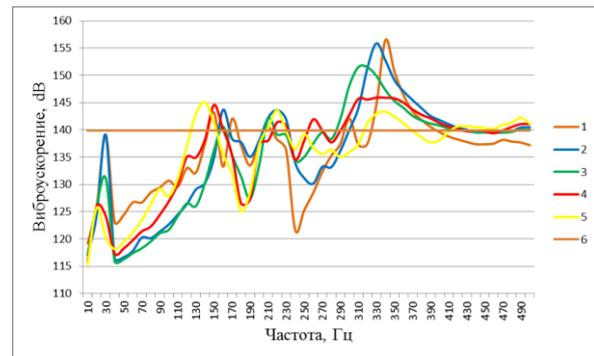


Рис. 10. Амплитудно-частотные характеристики, снятые в осевом направлении, при заполнении манометра глицерином: 1 – на 0; 2 – 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100 %; 6 – базовый уровень

Выводы

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что вибродемпфирование с применением жидкостей для манометрического оборудования является достаточно эффективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ ISO 10112-2002 Материалы демпфирующие. Графическое представление комплексных модулей упругости. – М.: Стандартиформ, 2007. – 12 с.
2. ГОСТ 28203-89 (МЭК 68-2-6-82) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Ч. 2: Испытания. Испытание Fc и руководство: Вибрация (синусоидальная). – М.: Стандартиформ, 2006. – 23 с.
3. ГОСТ 30630.1.2-99 Методы испытания на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 27 с.
4. Неразрушающий контроль: справ.: в 8 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. – 2-е изд., испр. – Т. 7: в 2 кн. Кн. 1: Иванов В.И., Власов И.Э. Метод акустической эмиссии. Кн. 2: Балицкий Ф.Я., Барков А.В., Баркова Н.А. и др. Вибродиагностика. – М.: Машиностроение, 2006. – 829 с.
5. ГОСТ 24347-80 Вибрация. Обозначения и единицы величин. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 6 с.
6. ГОСТ 16819-71 Приборы виброизмерительные. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2010. – 8 с.
7. ГОСТ 30630.0.0-99 Методы испытаний на стойкость к внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 28 с.

Поступила 03.07.2013 г.