

В шарах з вмістом хрому більше 10 % (мас.) переважає стовпчаста структура. За даними мікроструктурного аналізу в перетинах конденсату з вмістом хрому менше 10 %, підданих іонному травленню, переважає сферична, чечевичеподібна або та і друга одночасно форма часточок, розподілених у полігональній матриці.

Поява таких часточок на підкладці свідчить про конденсацію при перенесенні крапельної пари, що призводить до утворення дефектів конічної і циліндричної форми, так званих «стрижнів», кількість яких в структурі конденсату зростає із збільшенням хрому в ньому. При цьому зростає пористість: дрібна кристалізаційна, замінюється великими локальними скупченнями з появою тріщин.

Зростання числа дефектів у мікроструктурі конденсату призводить до збільшення електричного опору, що є небажаним фактором при використанні наведених матеріалів з великим вмістом хрому (більше 10 %) в електротехнічній промисловості (див. рис. 3).

Література

1. Пат. 32368А України. Контактний матеріал для дугогасних камер та спосіб його отримання / М. І. Гречанюк, М. М. Плащенко, В. О. Осокін, І. Б. Афанасьєв, І. М. Гречанюк. – Опубл. 15.12.2000 р.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ЖЕСТКОСТЬ «СЭНДВИЧ»-ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВНЕШНИХ МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

¹Коробко Е. В., ²Журавский Н. А., ³Ройзман В. П.

¹Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси

²Хмельницький національний університет, Україна

E-mail: ¹evkorobko@gmail.com, ²mikalai.zhur@tut.by, ³royzman@ukr.net

Целью работы является установление характера влияния электрического поля на жесткость и демпфирующие характеристики конструкционного элемента в виде трехслойной балки-«сэндвича» с двумя внешними металлическими пластинами и внутренним вязкоупругим композиционным электроуправляемым слоем. Применение управляемых слоев позволяет изменять под действием электрического поля динамическую реакцию балки на внешнее механическое воздействие [1, 2]. В нашей работе исследован конструкционный элемент с металлическими пластинами длиной 248 мм, шириной 20 мм и толщиной 1 мм и

внутренним вязкоупругим композиционным электроуправляемым слоем различной толщины и состава. Один конец конструкционного элемента жестко закреплен на вибростенде ВЭД-10А, второй свободен. Вибростенд задавал колебания свободного конца сэндвича в диапазоне частот 4–100 Гц с заданной амплитудой силы 40 Н. Определены амплитудно-частотные характеристики конструкционного элемента вблизи резонанса в электрическом поле и в его отсутствие.

Композиционные слои представляли собой пасты, в которых дисперсной фазой являлся гетит с добавкой частиц синтетического оксида (аэросила) размером 5–15 нм или частиц природного компонента (бентонитовой глины) размером несколько мкм, дисперсионной средой являлось трансформаторное масло. Толщина композиционных слоев варьировалась в диапазоне 0,5–1,5 мм, напряженность электрического поля – в диапазоне 0–6 кВ/мм.

Для конструкционного элемента с вязкоупругим слоем толщиной 1 мм с добавкой бентонитовой глины на первой моде резонанс наблюдается на частоте 8,2 Гц. В электрическом поле амплитуда вынужденных колебаний свободного конца «сэндвича» уменьшается с 65 мм до 30 мм при $E = 3$ кВ/мм (рис. 1), что обусловлено структурообразованием в электроуправляемом слое, увеличением его жесткости и, соответственно, увеличением жесткости всего конструкционного элемента.

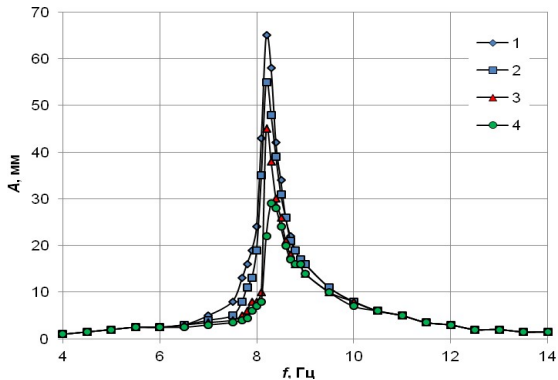


Рис. 1. Амплитудно-частотные характеристики конструкционного элемента с вязкоупругим слоем, толщиной 1 мм, с добавкой бентонитовой глины на первой резонансной моде: 1) $E = 0$, 2) $E = 1$ кВ/мм, 3) 2 кВ/мм, 4) 3 кВ/мм

На второй моде резонанс имеет место на частоте 59 Гц, амплитуда колебаний меньше в несколько раз при той же вынуждающей силе (в отсутствие поля 15 мм против 65 мм), уменьшение амплитуды

колебаний составляет менее двух раз в электрическом поле напряженностью 3 кВ/мм.

Резонансная частота с увеличением толщины вязкоупругого слоя до 1,5 мм уменьшается до 7,3 Гц, т.е. жесткость конструкции уменьшается. Амплитуда увеличивается примерно в 1,4 раза, при этом её относительное уменьшение в электрическом поле $E = 3$ кВ/мм практически одинаково со случаем толщины слоя 1 мм (2,2–2,3 раза).

Согласно АЧХ «сэндвича», толщина 0,5 мм недостаточна для эффективного гашения колебаний. Это обусловлено тем, что объем управляемого слоя невелик по сравнению с общим объемом «сэндвича». Для заметного уменьшения амплитуды приходится прикладывать электрические поля более высокой напряженности, при этом даже при $E = 6$ кВ/мм амплитуда уменьшается менее чем в полтора раза. Сказанное справедливо и для второй моды. Резонансная частота на первой моде с уменьшением толщины слоя увеличивается до 8,7 Гц, на второй – до 63 Гц.

Таким образом, оптимальная толщина вязкоупругого слоя составляет 1–1,5 мм, то есть 1–1,5 толщины упругих металлических пластин. При меньшей толщине гашение колебаний в электрическом поле существенно ниже, при большей проявляется проблема вытекания композиционного слоя из зазора.

Рассмотрим влияние материала армирующей добавки. Для композиционного слоя на основе гетита и аэросила при толщине слоя 1 мм на первой моде уже при напряженности электрического поля 1 кВ/мм колебания практически полностью гасятся (рис. 2).

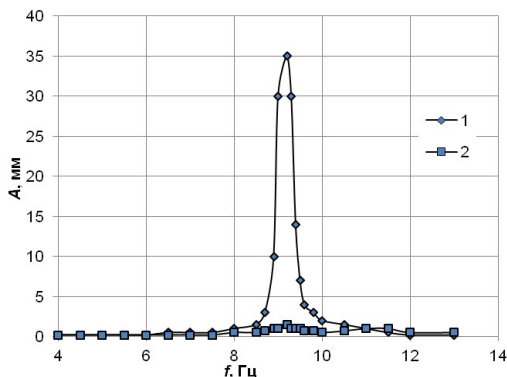


Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики конструктивного элемента с вязкоупругим флоем, толщиной 1 мм, с добавкой аэросила, на первой резонансной моде: 1) $E = 0$, 2) $E = 1$ кВ/мм

Применение аэросилы в качестве добавки приводит к некоторому увеличению резонансной частоты по сравнению с композиционным слоем с бентонитовой глиной: на первой моде – до 9,2 Гц, на второй – до 66 Гц.

На второй моде гашение колебаний не столь эффективно, однако при напряженности $E = 3$ кВ/мм уменьшение амплитуды составляет почти порядок. При толщине слоя 0,5 мм уменьшение амплитуды колебаний также менее значительно и при добавлении аэросилы. При напряженности электрического поля 6 кВ/мм на первой моде колебаний амплитуда уменьшается в 2 раза, на второй – на 20 %.

Таким образом, композиционный слой на основе гетита и аэросилы обеспечивает большее управляемое увеличение жесткости и более эффективное гашение колебаний трехслойной балки в электрическом поле по сравнению со слоем на основе гетита и бентонитовой глины.

Литература

1. Shaw, J. Hybrid Control of Cantilevered ER Sandwich Beam for Vibration Suppression // Journal of Intelligent Material Systems and Structures. – 2000. – Vol. 11. – P. 26–31.
2. Rahiminasab J. Aeroelastic stability of smart sandwich plates with electrorheological fluid core and orthotropic faces / J. Rahiminasab, J. Rezaeepazhandand // Journal of Intelligent Material Systems and Structures. – 2012. – Vol. 24. – P. 669–677.

ОСОБЕННОСТИ СДВИГОВОГО ПОВЕДЕНИЯ ЖИДКОТЕКУЧИХ ДИСПЕРСИЙ ВО ВНЕШНИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

¹Коробко Е. В., ¹Ещенко Л. С., ²Шевцова К. А., ³Горошко А. В.

¹Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси,

²Хмельницкий национальный университет, Украина

E-mail: ¹evkorobko@gmail.com, ²kristina-shevcova@lenta.ru, ³iftomm@ukr.net

Магнитореологический эффект открывает широкие возможности воздействием электрических сигналов управлять гидродинамическими, теплообменными, электро- и магнитными характеристиками жидкотекучих сред. Магнитореологические жидкости способны обратимо изменять вязкость и напряжение сдвига под воздействием магнитного поля, что определяет их применяемость в технике. Полученные суспензии находят применение в качестве рабочих сред в