

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

магнитожидкостных герметизаторах и уплотнениях, установках МРЖ полирования, МРЖ демпферах и ударных поглотителях, устройствах медицинской реабилитации.

Для различных областей применения магнитореологических жидкостей к их свойствам предъявляются различные требования, которые зависят от состава МРЖ и режимных условий использования [1, 2]. В литературе имеются сведения об использовании ферро- и ферримагнитных частиц в качестве дисперсной фазы: γ -оксида железа, железа, оксида хрома. К недостаткам полученных МРЖ относятся как ограниченный температурный диапазон использования, так и различие в магнитных характеристиках, обусловленное остаточными явлениями дисперсных материалов.

Целью настоящей работы является определение степени влияния наноразмерных частиц различного типа на реологическое поведение жидкодисперсных материалов при воздействии внешнего магнитного поля. Были приготовлены магнитореологические жидкости с содержанием ферромагнитных частиц дисперсной фазы (20 мас. %) при использовании дисперсионной среды марки Mobil 22. Измерения проводены как без воздействия поля, так и в магнитном поле на реометре Physica MCR 301 фирмы Anton Paar с использованием измерительной ячейки типа пластина – пластина диаметром 20 мм и зазором между пластинами 0,7 мм. Получены зависимости напряжения сдвига в суспензиях от скоростей сдвига в диапазоне значений 0,1–1500 с⁻¹ при температуре 20 °С.

Использовалось магнитное поле индуктивностью 100, 200, 300, 500, 700, 1000 Тл. Магнитореологические жидкости № 1, № 3 содержат в качестве дисперсной фазы ферромагнитные частицы, которые отличаются режимными особенностями подготовки. Образец № 2 имеет состав $\text{Co}_{0,65}\text{Zn}_{0,35}\text{Fe}_2\text{O}_4$. На рис. 1 представлены зависимости напряжения сдвига МРЖ трех образцов, содержащих ферромагнитные частицы, от скорости сдвига при отсутствии магнитного поля ($T = 20$ °С).

Водосодержащие ферромагнитные образцы представляют собой комплексное соединение железа с различным содержанием $\text{Fe}^{+2}\text{Fe}^{+3}$, за исключением образца № 4 – безводное комплексное соединение железа. Гидратность образцов убывает с увеличением мольного соотношения $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$.

Образцы № 5–7 – комплексные соединения железа с феррито-подобной структурой, получены щелочной конверсией сульфата железа (II) с механоактивацией процесса. Кристаллическая структура у образцов № 5 и № 6 слабо выражена.

Образец № 7 содержит фазы магнетита и гематита, проявляющиеся на рентгенограмме соответствующим набором пиков.

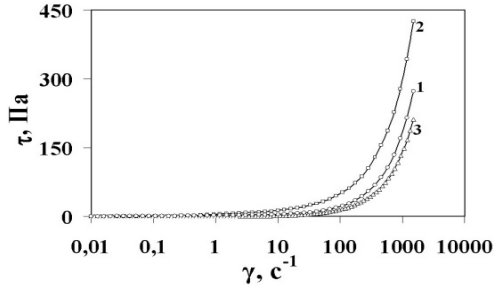


Рис. 1. Зависимости напряжения сдвига МРЖ от скорости сдвига, при отсутствии воздействия магнитного поля:
1 – МРЖ-1, 2 – МРЖ-2, 3 – МРЖ-3

Наибольшее значение напряжения сдвига при отсутствии воздействия магнитного поля при $\gamma = 1500 \text{ с}^{-1}$ наблюдается для образца МРЖ-4 (до 470 Па). Наименьшие значения $\tau \cong 250 \text{ Па}$ характерны для образцов №№ 3, 1, 8 и 9.

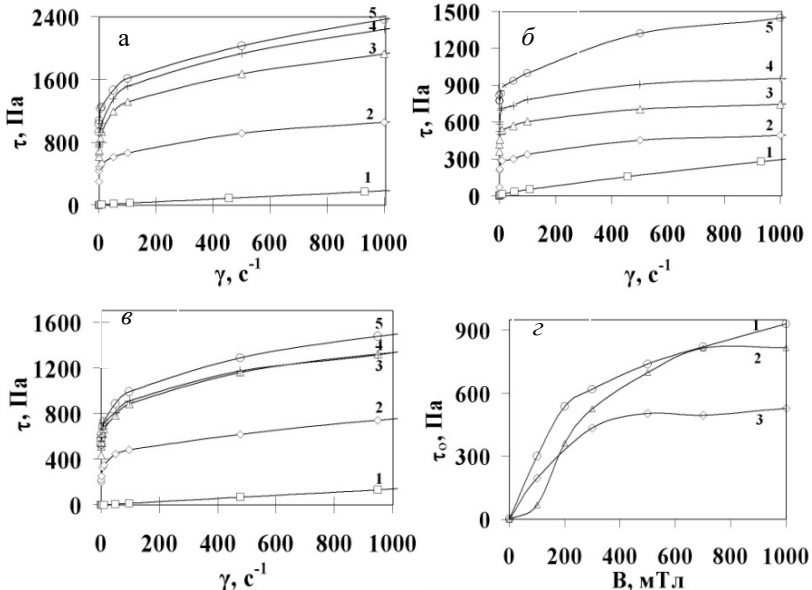


Рис. 2. Зависимости напряжения сдвига МРЖ от скорости сдвига при различной индукции магнитного поля: а) МРЖ-1; б) МРЖ-2; в) МРЖ-3); 1 – 0 мТ, 2 – 100 мТ, 3 – 300 мТ, 4 – 500 мТ, 5 – 1000 мТ. Зависимости предела текучести образцов МРЖ от индукции магнитного поля на рис. 2, г: 1 – МРЖ -1, 2 – МРЖ-2, 3 – МРЖ-3

Все зависимости $\tau(\gamma)$ имеют нелинейный характер в пределах скоростей сдвига от 0 до примерно 200 с^{-1} . Из рис. 2, з видно, что предел текучести МРЖ-3 растет во всем диапазоне изменения индукции магнитного поля. Предел текучести образца МРЖ-2 и МРЖ-1 выходит на насыщение в магнитном поле индукцией 500 мТл и 700 мТл соответственно. Прирост величины напряжения сдвига в магнитном поле можно представить последовательностью: №№ 1, 2, 3, 4, 6, 5, 9, 7, 8.

Таким образом, было установлено, что максимальное значение напряжения сдвига ($\tau = 1600 \text{ Па}$, при $B = 1000 \text{ мТл}$) получено для МРЖ с ферромагнитными частицам (образец № 1. Для МРЖ с ферри-магнитными частицами максимальное значение напряжения сдвига МРЖ ($\tau \cong 900 \text{ Па}$, при $B = 1000 \text{ мТл}$) проявляли образцы комплексного соединения железа № 5, № 6.

Литература

1. Yalcintas M. Magnetorheological and electrorheological materials in adaptive structures and their performance comparison / M. Yalcintas, H. Dai // Smart Materials and Structures. – 1999. – Vol. 8 (5). – P. 560–573.
2. Wang, X., Gordaninejad, F. Magnetorheological materials and their applications: a review. // In: Shahinpoor M and Schneider H-J (eds), Intelligent Materials, ch.14. Cambridge: Royal Society of Publishing.