

ОБЪЕМНАЯ ВЯЗКОСТЬ В ЖИДКОСТЯХ И В ЖИДКИХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ*

Б.Б. Дамдинов^{1,2}, Ч.М. Митыпов¹, А.А. Ершов¹, В.В. Ан³

¹ Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

² Институт физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Россия

³ Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Представлен краткий обзор исследований объемной вязкости жидкостей и жидких дисперсных систем. Получение экспериментальных данных по вязкости жидких дисперсных (коллоидных) систем осложнено рядом факторов: трудностью создания монодисперсных систем, различными методическими проблемами точного измерения размера частиц, их концентрации, степени однородности, распределения. Сложность также состоит в том, что с увеличением концентрации частиц жидкая дисперсная система из ньютоновской жидкости становится неньютоновской. Поглощение акустических волн в жидкости связано как со сдвиговой, так и с объемной вязкостью. Показано, что в большинстве случаев значение объемной вязкости намного превосходит значение сдвиговой, и их соотношение изменяется с ростом температуры. Рассмотрены данные, полученные на основе стоковского модели поглощения звуковых волн.

Ключевые слова: жидкость, дисперсная система, сдвиговая и объемная вязкость, акустическое поглощение, звуковые волны, релаксация вязкости, стоковское поглощение.

Введение

Жидкие дисперсные системы (ЖДС), к которым относится большое количество веществ, лежат в основе как многих природных явлений, так и технологических процессов различных промышленных производств. В связи с тем изучение свойств дисперсных систем, а также процессов переноса в них представляет собой актуальную задачу как с научной, так и с практической точки зрения. Изучение объемной вязкости жидких дисперсных систем в последнее время оказалось весьма актуальным. Прежде всего, это было связано с созданием разнообразных микроэлектромеханических систем и технологий микро- и наноуровня различного назначения. Вместе с тем, несмотря на значительные усилия, за эти десятилетия фактически не удалось сколько-нибудь заметно продвинуться ни в получении систематических экспериментальных данных, ни в построении теории об объемной вязкости этих классов веществ. Связано это с несколькими обстоятельствами. Получение экспериментальных данных по вязкости ЖДС осложнено рядом факторов: трудностью создания монодисперсных систем, различными методическими проблемами точного измерения размера частиц, их концентрации, степени однородности распределения и т. п. Еще одна принципиальная сложность состоит в том, что с увеличением концентрации частиц жидкая дисперсная система может изменить реологию и из ньютоновской жидкости стать неньютоновской. Экспериментальных данных по исследованию вязкости ЖДС опубликовано мало, равно как и данных по исследованию других физических свойств, в частности данных по изучению теплопроводности. Стоит отметить, что эти данные также достаточно противоречивы.

Поглощение звука осуществляется самыми различными физическими механизмами. Одним из главных механизмов поглощения звука являются вязкие потери. Вызывающие их вязкие напряжения (внутреннее трение) – сдвиговые напряжения, возникающие при скольжении слоев жидкости друг по другу и пропорциональные скорости сдвиговой деформации среды. В звуковой волне действие этих напряжений выравнивает различие скоростей между слоями, и при этом волна производит над средой положительную работу, на что тратится энергия волны, и звук затухает. Вязкое поглощение носит не локальный характер, он обусловлен различием в движении разных участков жидкости [1].

Что касается поглощения самих звуковых волн, диссипативные напряжения, линейно зависящие от тензора скоростей деформации, можно представить при помощи двух коэффициентов.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках проекта № 20-42-240015p_a_Красноярск. Исследование выполнено в рамках госзадания ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет (номер FSRZ-2020-0012).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>