

13. В. Ф. Ноздрев, П. С. Петухов. Влияние гидростатического эффекта на величину скорости распространения ультразвуковых волн в критической области многокомпонентных жидких систем. Сб. «Примен. ультразвуку, к исслед. вещества», МОПИ, 1969, 24, 235—243.

Московский областной педагогический институт им. Н. К. Крупской

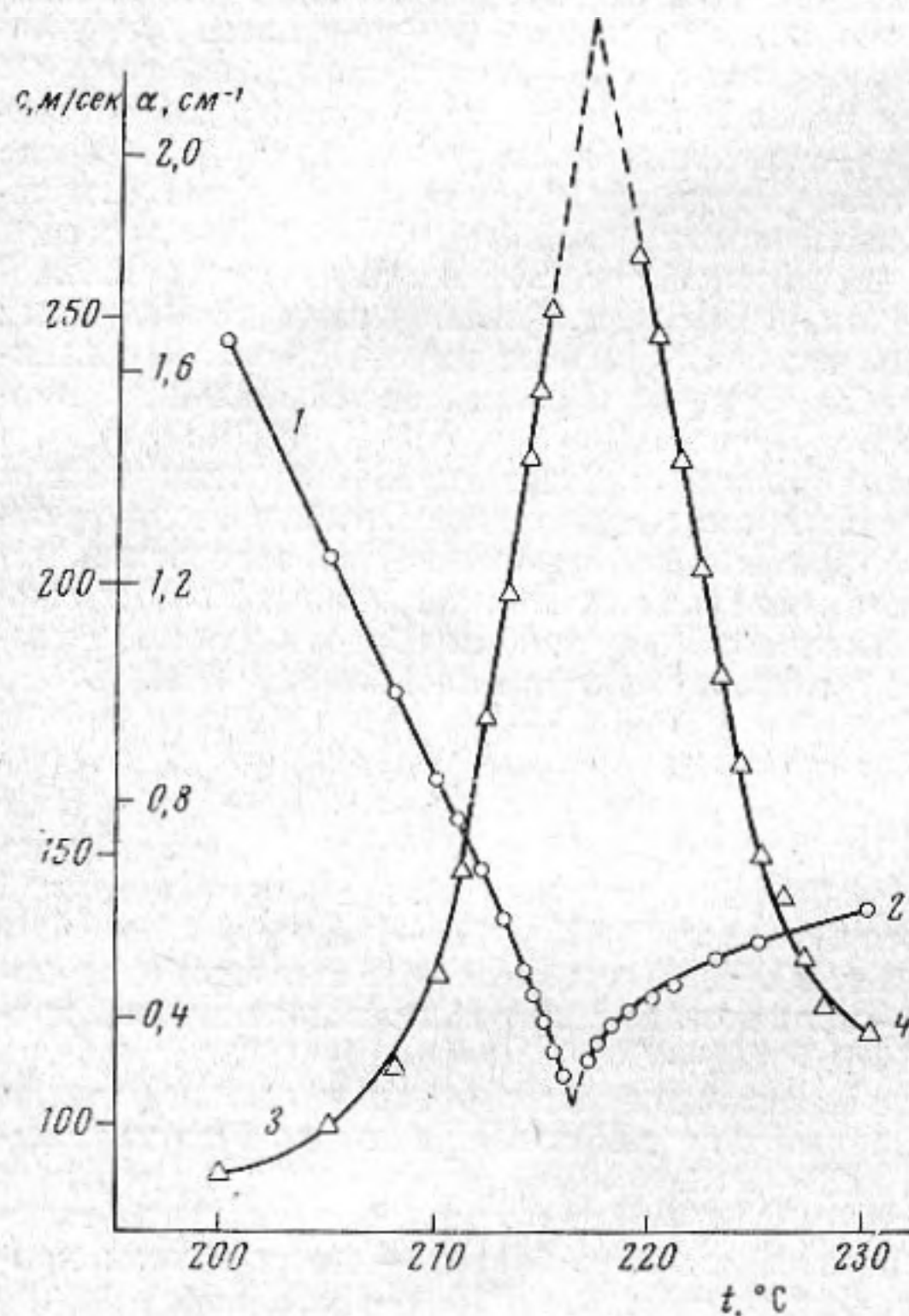
Поступило в редакцию 30 декабря 1969 г.

УДК 534.14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР ПО УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ДАННЫМ В АЗЕОТРОПНЫХ СМЕСЯХ ГЕКСАН — ЭТАНОЛ

Ф. Ташмухамедов

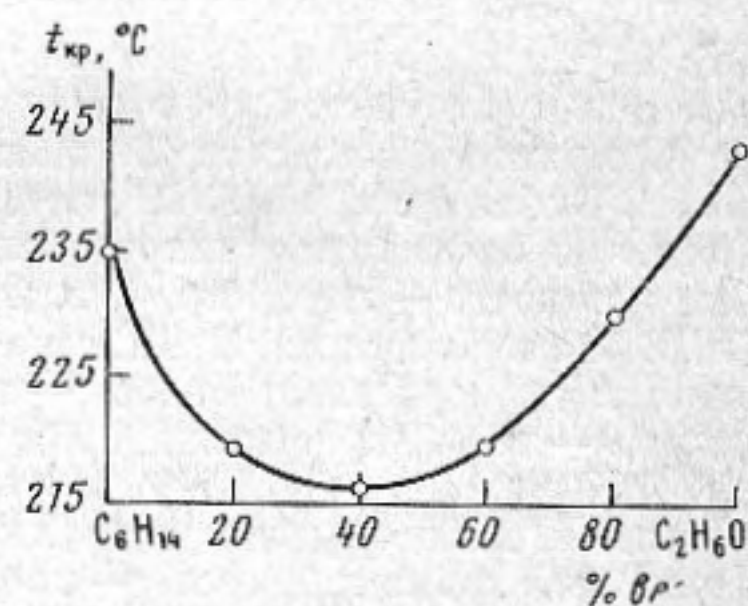
Нами была измерена скорость c и коэффициент поглощения α ультразвука в гексане, этаноле и их смесях [1, 2], являющихся при определенных условиях азеотропными. Измерения проведены оптическим дифракционным методом [3] на частоте 3 Мгц в широком интервале температур, давлений и концентраций по линии насыщения, включая критическую область. На фиг. 1 приведена температурная зависимость скорости и коэффициента поглощения ультразвука в критической области для смеси 40% этанола в гексане. На фигуре даны следующие обозначения: 1 и 2 — скорость ультразвука в жидкости и в перегретом паре, 3 и 4 — коэффициент поглощения ультразвука в жидкости и в перегретом паре. Ход кривых для гексана, этанола и их смесей аналогичный.



Фиг. 1

Следует отметить, что ни в одной из смесей и в чистых жидкостях невозможно измерить скорость и поглощения ультразвука $0,4-2^\circ$ ниже и выше критической точки. Наличие такого интервала вызвано резким возрастанием поглощения ультразвука в исследуемых веществах и чувствительностью системы к внешним воздействиям по мере приближения к критической точке. Для получения видимой дифракционной картины вплоть до температуры $6-10^\circ$ ниже критической достаточно подавать на кварцевый излучатель высокочастотное напряжение $5-15$ в. С дальнейшим же приближением к критической температуре напряжение на кварце приходится увеличивать до 60 в и более, так как из-за большого поглощения амплитуда звуковой волны падает настолько, что дифракцию света наблюдать невозможно. Увеличение амплитуды колебаний кварцевого излучателя возможно до тех пор, пока состояние исследуемой системы не очень близко к критическому. В окрестности критической точки колеблющийся кварц легко выводит систему из равновесия. Для сохранения равновесия приходится понижать напряжение на кварце, но в этом случае дифракция света не наблюдается вследствие большого поглощения ультразвука.

Следует отметить, что ни в одной из смесей и в чистых жидкостях невозможно измерить скорость и поглощения ультразвука $0,4-2^\circ$ ниже и выше критической точки. Наличие такого интервала вызвано резким возрастанием поглощения ультразвука в исследуемых веществах и чувствительностью системы к внешним воздействиям по мере приближения к критической точке. Для получения видимой дифракционной картины вплоть до температуры $6-10^\circ$ ниже критической достаточно подавать на кварцевый излучатель высокочастотное напряжение $5-15$ в. С дальнейшим же приближением к критической температуре напряжение на кварце приходится увеличивать до 60 в и более, так как из-за большого поглощения амплитуда звуковой волны падает настолько, что дифракцию света наблюдать невозможно. Увеличение амплитуды колебаний кварцевого излучателя возможно до тех пор, пока состояние исследуемой системы не очень близко к критическому. В окрестности критической точки колеблющийся кварц легко выводит систему из равновесия. Для сохранения равновесия приходится понижать напряжение на кварце, но в этом случае дифракция света не наблюдается вследствие большого поглощения ультразвука.



Фиг. 2

двух веществ и чувствительностью системы к внешним воздействиям по мере приближения к критической точке. Для получения видимой дифракционной картины вплоть до температуры $6-10^\circ$ ниже критической достаточно подавать на кварцевый излучатель высокочастотное напряжение $5-15$ в. С дальнейшим же приближением к критической температуре напряжение на кварце приходится увеличивать до 60 в и более, так как из-за большого поглощения амплитуда звуковой волны падает настолько, что дифракцию света наблюдать невозможно. Увеличение амплитуды колебаний кварцевого излучателя возможно до тех пор, пока состояние исследуемой системы не очень близко к критическому. В окрестности критической точки колеблющийся кварц легко выводит систему из равновесия. Для сохранения равновесия приходится понижать напряжение на кварце, но в этом случае дифракция света не наблюдается вследствие большого поглощения ультразвука.

Таким образом, провести непосредственное измерение скорости c и коэффициента поглощения α ультразвука в критической точке не удастся. Для определения $c_{кр}$ и $\alpha_{кр}$ мы экстраполируем экспериментальные кривые $c(t)$ и $\alpha(t)$ для жидкой фазы и в перегретом паре до их взаимного пересечения в «недоступном» интервале температур.

Прохождение скорости ультразвука $c(t)$ через ярко выраженный минимум, а коэффициента поглощения $\alpha(t)$ — через максимум в критической области состояний вещества является в настоящее время вполне установленным фактом [4]. Эти минимум и максимум для скорости и коэффициента поглощения ультразвука приходятся на критическую температуру. Учитывая эту закономерность, мы определили критические температуры гексана, этанола и их смесей. Значения критических температур представлены на фиг. 2. Как видно из фигуры, концентрационная зависимость критических температур проходит через ярко выраженный минимум. Этот минимум приходится на 40% этанола в гексане.

Прохождение через минимум критической температуры, видимо, вызвано тем, что эти смеси при определенной концентрации становятся азеотропными, и уменьшением сил взаимодействия между разнородными молекулами.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Ф. Ноздрев, Ф. Ташмухамедов. О скорости распространения ультразвука в смесях гексан — этанол вблизи критической точки. Акуст. ж., 1971, 17, 1, 165—167.
2. Ф. Ташмухамедов, В. Ф. Ноздрев. Коэффициент поглощения ультразвука в смесях этанол — гексан вблизи критической точки, Ж. физ. хим., 1971, 45, 2, 474.
3. Н. Г. Степанов, В. Ф. Ноздрев. Экспериментальная установка для исследования акустических свойств всех фаз паро-жидкостных систем в критической области их состояния оптическим дифракционным методом. Ультразвук. техн., 1966, 4, 1—8.
4. В. Ф. Ноздрев. Применение ультраакустики в молекулярной физике. М., Физматгиз, 1958.

Московский областной
педагогический институт
им. Н. К. Крупской

Поступило в редакцию
15 декабря 1970 г.

УДК 534.142.5

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОТЕРМИЧЕСКОГО УСИЛЕНИЯ ЗВУКА В ТРУБАХ

В. И. Тимошенко

Эффект возбуждения звука в трубе Рийке представляет собой типичный автоколебательный процесс, энергия которого отбирается от нагревателя [1, 2]. Механизм обратной связи состоит в воздействии акустических колебаний на теплоотвод от нагревателя. Как в большинстве генераторных устройств, при уменьшении обратной связи ниже некоторого порогового значения принципиально возможно получение эффекта аэротермического усиления звука в трубах с нагретой плоскостью.

В настоящей работе представлены результаты исследования эффекта аэротермического усиления звука. Эксперименты проводили на установке, содержащей открытую с обеих сторон вертикальную кварцевую трубу (длина $L = 1124$, внешний диаметр — 64, толщина стенок — 2,5 мм), нагреватель, источник усиливаемых колебаний, а также приемник звукового давления и регистрирующую аппаратуру (ламповый вольтметр и осциллограф). Конструкция нагревателя и способ его питания описаны в работе [2]. Миниатюрный электродинамический преобразователь типа 0,1 ГД-12, являющийся источником усиливаемых колебаний, помещался в нижней части трубы. В качестве приемника акустических колебаний использовался микрофон МЛ-16, помещенный в верхней части трубы.

На фиг. 1 представлены частотные характеристики возбуждения открытой с обеих сторон трубы при холодном нагревателе (кривая 1) и при нагреве (кривая 2) с мощностью $W = 70$ вт (для аэротермической генерации звука при данном положении плоскости нагрева пороговое значение мощности нагревателя $W_{\text{порог}} = 100$ вт). По вертикали отложены значения амплитуды A сигнала с звукоприемника, по горизонтали — отношение F/F_p текущей частоты F к резонансной $F_p = 149$ гц. Как видно из графиков, коэффициент аэротермического усиления акустических колебаний в данной установке на резонансной частоте равен 3. Кривые фиг. 1 были получены при относительном смещении нагревателя $\xi_{\text{опт}} = x/L = 1/4$ (x — расстояние от нижнего конца трубы до нагревателя) и напряжения питания электродинамического преобразователя $U = 2$ в.

При изменении относительного смещения $\xi = x/L$ нагревателя вверх или вниз от оптимального положения $\xi_{\text{опт}} = 1/4$ максимальное значение амплитуды колебаний