

О СИНТЕЗЕ АММИАКА И ЦИАНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОЛЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН

А. В. Сокольская, И. Е. Эльминер

Известно, что в поле ультразвуковых волн происходит окисление азота. Последнее выражается в том, что в присутствии газообразного азота и газообразного кислорода в озвучиваемой воде появляются азотистая и азотная кислоты. Однако, как показали исследования, под действием ультразвуковых волн имеет место и восстановление азота. Восстановление азота в озвучиваемой дистиллированной воде (образование аммиака) нами наблюдалось при предварительном насыщении данной жидкости азотом и водородом. Появление аммиака в растворе устанавливалось нами при помощи весьма чувствительного реактива Несслера. Этот реактив окрашивает аммиачную воду в оранжевый цвет. Количественное определение аммиака осуществлялось методом колориметрирования окрашенного раствора (фотоэлектроколориметр ФЭК-М).

Дистиллированная вода и использованные газы (азот и водород) тщательно освобождались от кислорода. Озвучивание производилось нами в строго закупоренных сосудах, которые погружались в «ультразвуковой» фонтан. Частота ультразвуковых волн составляла 380 кГц и 740 кГц; интенсивность колебаний 6—7 вт/см².

**Количество аммиака, синтезированного в озвученной
дистиллированной воде, насыщенной различными газами**

Продолжительность озвучивания в мин.	Количество аммиака в γ (10^{-6} г) на мл. воды, озвученной в присутствии газов:			
	Водорода (H ₂)	Азота (N ₂)	Водорода и азота (H ₂ +N ₂)	Воздуха
50	—	—	0,85	—
60	0	0	1,25	—
120	—	0,62	2,6	—
180	—	—	8,7	0,62
360	—	—	12,5	—

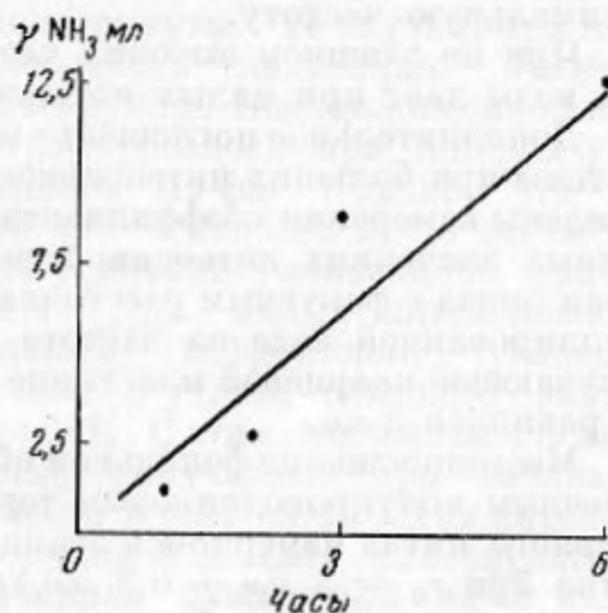
Как видно из таблицы и фигуры, количество образующегося аммиака увеличивается с удлинением времени озвучивания. В присутствии одного только азота лишь после длительного озвучивания (120 мин) появляются весьма малые количества аммиака. Следы аммиака также обнаруживаются при длительном озвучивании воды и в воздушной среде, что соответствует литературным указаниям (Полоцкий, 1947 и Beuth, 1933).

Далее нами было выявлено, что в присутствии окиси углерода в воде, насыщенной водородом и азотом, под действием ультразвуковых волн образуется синильная кислота. Названная кислота была обнаружена методом Гильяра. Этот метод основан на реакции превращения пикриновой кислоты в пурпуровую, если в воздухе имеется синильная кислота. Данный метод отличается большой чувствительностью и специфичностью. Он позволяет обнаружить 5 γ синильной кислоты на 1 л воздуха ($\gamma = 10^{-6}$ г).

По нашим данным, после 3-х часового озвучивания 10 мл дистиллированной воды (6—7 вт/см²) в присутствии CO, H₂ и N₂ в окружающую воздушную среду за 18 часов переходит 6 γ синильной кислоты. Выход этой реакции зависит, по-видимому, от соотношения газов, участвующих в образовании данного соединения. При наличии в озвучиваемой воде кислорода процесс образования синильной кислоты значительно угнетается.

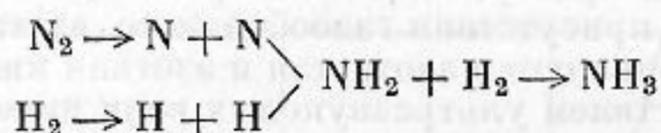
Синильную кислоту мы также обнаружили в озвученной воде и при замене в реакционной газовой смеси окиси углерода на метан. Метан был получен прокаливанием смеси уксуснокислого натрия и натронной извести. До поступления в общую газовую смесь азота и водорода метан предварительно промывался водой и щелочным раствором пирогаллола. Наличие синильной кислоты, образовавшейся под действием ультразвуковых волн (экспозиция — 2,5 час) в присутствии CH₄, N₂ и H₂, четко выявлялось при помощи указанного выше метода Гильяра — метода пикратных бумажек.

Следует считать, что участие в синтезе названных веществ ряда перечисленных газов, по-видимому, осуществляется в кавитационной полости, где последние подвергаются ионизации (или диссоциации). Мысль о возможности диссоциации газов в кавитационной полости была высказана одним из нас (Эльминер, 1950), показавшим,



что в озвучиваемой воде восстанавливается молекулярный водород при обязательном присутствии (и участии) молекулярного водорода.

Восстановление азота, вероятно, в присутствии водорода также происходит в кавитационной полости, в которой, по мнению Я. Н. Френкеля, возникают движущиеся электрические заряды. Реакцию можно представить в следующем виде:



Источником атомарного водорода становятся также молекулы воды, подвергающиеся расщеплению в кавитационной полости (Grabar, Prudhom 1949; Эльпинер, 1950, Miller, 1950; Henglein, 1954, и др.). Есть основание считать, что последние, взаимодействуя с СО и СН₄, обуславливают появление в озвучиваемой воде некоторых органических веществ, дающих с атомарным азотом цианистые соединения и другие органические продукты, которые нами в настоящее время анализируются.

Обнаружено также, что в дистиллированной воде в присутствии Н₂ и СО или СН₄ образуется формальдегид в количествах, легко устанавливаемых химическими методами исследования.

Институт биологической физики
АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
22 марта 1957

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ЗВУКОВОЙ ФОКУСИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКА В ВОДЕ

Д. В. Хаминев

При распространении в жидкости ультразвуковой волны большой интенсивности (начиная с сотых долей $\text{вт}/\text{см}^2$), коэффициент поглощения волны увеличивается с ростом интенсивности [1, 2, 3]. Так, при $I = 2 \text{ вт}/\text{см}^2$ на частоте 1,5 мгц α/f^2 увеличивается более чем в 10 раз [3] по сравнению с соответственной величиной при малых интенсивностях. Поэтому коэффициент усиления любой фокусирующей ультразвуковой системы, который можно определить как отношение интенсивности ультразвука в фокусе к средней интенсивности на выходе фокусирующего устройства, будет уменьшаться с увеличением интенсивности.

Обычно при расчете интенсивности в фокусе поглощением в среде пренебрегают и коэффициент усиления фокусирующей системы определяют, исходя из диффракционных соотношений между длиной ультразвуковой волны и параметрами системы [4, 5].

В работе [6] учитывается коэффициент поглощения при малой интенсивности и вычисляется оптимальная частота, при которой данная фокусирующая система обладает максимальным коэффициентом усиления. Однако практически чаще приходится работать с заданной частотой. Кроме того, дополнительное затухание должно уменьшить оптимальную частоту.

При не слишком высоких частотах (до 5—6 мгц) учет коэффициента поглощения для воды дает при малых интенсивностях поправку всего в несколько процентов.

Дополнительное поглощение может значительно уменьшить коэффициент усиления системы при больших интенсивностях. Для выяснения этого обстоятельства были произведены измерения коэффициента усиления звуковой фокусирующей системы при различных значениях интенсивности. Фокусирующим устройством служила плексиглазовая линза с фокусным расстоянием $F = 10,5 \text{ см}$. Все измерения производились в дистиллированной воде на частоте $f = 2000 \text{ кгц}$. Линза устанавливалась параллельно излучающей кварцевой пластинке на расстоянии 1,5 см от нее. Диаметр звукового пучка равнялся 3 см .

Местоположение фокальной области определялось при помощи установки Теплера, точечным полупроводниковым термистором и парафиновой пластинкой. Размеры фокального пятна измерялись этими же средствами. Полученный опытным путем радиус пятна Эри $r_0 = 3 \text{ мм} \pm 0,5 \text{ мм}$ хорошо согласуется с теоретическим значением для последнего $r = 3,1 \text{ мм}$. Измерения интенсивности производились калориметрическим методом при помощи небольшого сосуда Дьюара (объем 95 см^3 , диаметр входного отверстия 3,2 см). Сосуд имел крышку, снабженную перегородкой из тонкой нейлоновой пленки, хорошо пропускающей ультразвуковые волны. Для уменьшения отражения от дна сосуда в него помещалось немного стеклянной ваты.

Считая, что вся звуковая энергия, поступающая в сосуд в течение известного промежутка времени, превращается там в тепло и, измеряя возникающую в результате этого разность температур, можно определить среднюю интенсивность ультразвука в данном сечении. Этим методом интенсивность измерялась сразу после линзы и в фокальной плоскости.

Средняя интенсивность в фокальном пятне определялась двумя способами. В первом случае интенсивность измерялась сосудом Дьюара с полным входным отверстием,