

УДК (541.124) + 535.378

Окислительно-восстановительное диспропорционирование иода в поле низкочастотных акустических воздействий

Богатов Н.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Химия»*

Научный руководитель: Фадеев Г.Н., к.х.н., д.п.н., профессор

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана

gerfad@bmstu.ru

Работа является частью исследований, проводимых на кафедре химии МГТУ им. Н.Э. Баумана по влиянию колебаний инфразвукового и начала звукового диапазонов на физико-химические системы. Экспериментальное изучение превращений, происходящих в иодсодержащих биохимически активных структурах в поле низкочастотных акустических воздействий, показало, что при звукохимических превращениях особую роль играет состояние иода. Одно из возможных звукохимических превращений иода связано с ускорением в поле низкочастотного акустического воздействия окислительно-восстановительного диспропорционирования иода:



С целью более детального рассмотрения особенностей подобных звукохимических превращений в данной работе изучена кинетика звукохимических процессов в системах $\text{I}_2\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{KI-I}_2\text{-H}_2\text{O}$ в поле низкочастотных воздействий в интервале частот от 2 до 30 Гц звуковым давлением 40 и 55 дБ и стандартной температуре 25⁰С. В экспериментах определяли изменения оптической плотности растворов. Использовали фотоколориметр КФК-3 с интервалом длин волн от 400 до 980 нм с точностью 0,5 нм. Предварительно были определены длины волн, при которых оптическая плотность растворов максимальна. Измерения оптической плотности проводилось для растворов $\text{I}_2\text{-H}_2\text{O}$ на длине волны $\lambda = 440$ нм, а для растворов системы $\text{KI-I}_2\text{-H}_2\text{O}$ при $\lambda = 590$ нм. Изменения оптической плотности исследованных систем в интервале частот 2 – 30 Гц приведены на рис. 1-2. Оптимальные частоты, обесцвечивания раствора $\text{I}_2\text{-H}_2\text{O}$, находятся в интервале частот от 7 до 15 Гц при звуковом давлении 40 дБ. Оптимальная частота обесцвечивания раствора $\text{KI-I}_2\text{-H}_2\text{O}$ находится на частоте 10 Гц. при звуковом давлении 55 дБ.

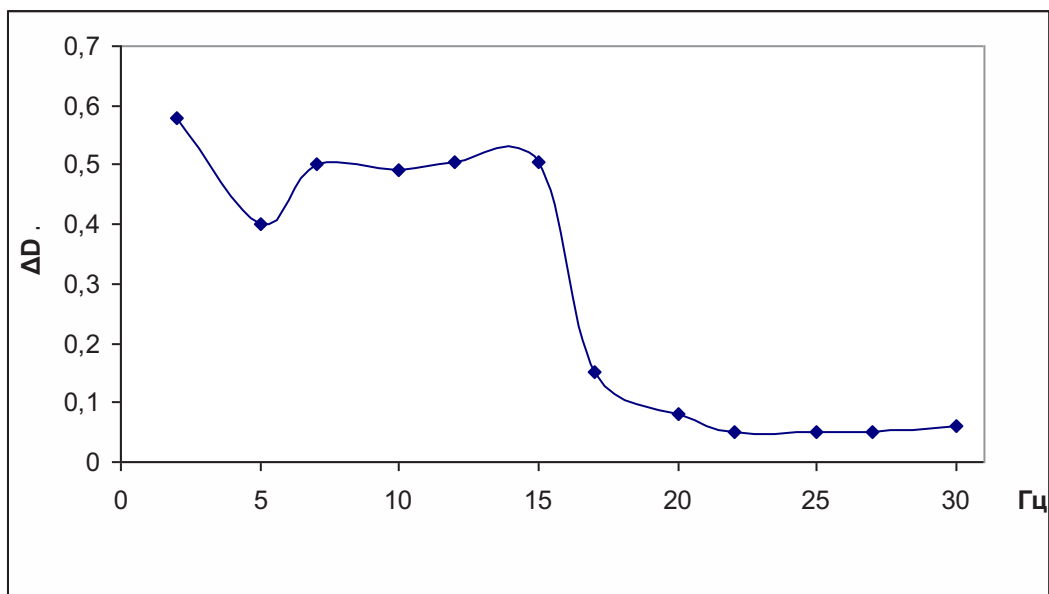


Рис.1 Зависимость изменения оптической плотности от частоты воздействия раствора I_2-H_2O (при 40 дБ)

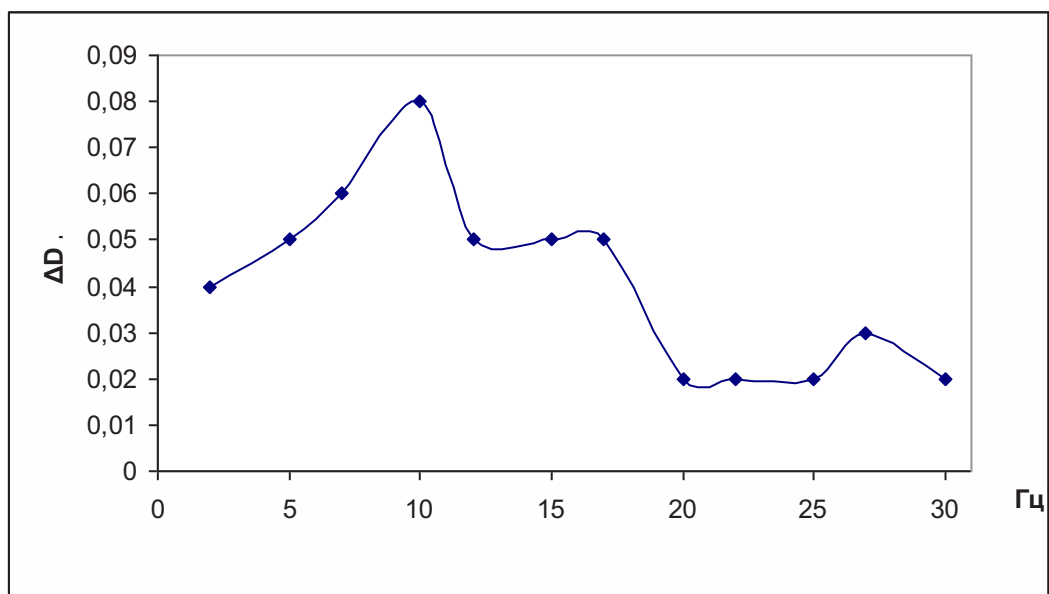


Рис. 2 Зависимость изменения оптической плотности от частоты воздействия раствора $KI-I_2-H_2O$ (при 55 дБ)

Обнаружено, что система $KI-I_2-H_2O$ более устойчива к воздействию низкочастотных акустических колебаний и практически не меняет оптическую плотность при звуковом давлении 40 дБ. Снижение оптической плотности раствора в этой системе

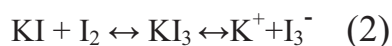
начинает проявляться как при интенсивности акустического воздействия в 55 дБ. Полученные результаты экспериментов представлены в табл.1.

Таблица 1

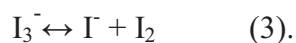
Изменение оптической плотности раствора I₂-H₂O и KI-I₂-H₂O

Частота, Гц	I ₂ -H ₂ O (при 40 дБ)	KI-I ₂ -H ₂ O (при 55 дБ.)
2	0,58	0,04
5	0,4	0,05
7	0,5	0,06
10	0,49	0,08
12	0,505	0,05
15	0,505	0,05
17	0,15	0,05
20	0,08	0,02
22	0,05	0,02
25	0,05	0,02
27	0,05	0,03
30	0,06	0,02

Наиболее вероятное объяснение устойчивости системы KI-I₂-H₂O к внешнему энергетическому воздействию состоит в следующем. В системе KI-I₂-H₂O в результате взаимодействия



присутствует такая форма иода как I₃⁻. Для осуществления процесса (1) окислительно-восстановительного диспропорционирования иода необходим распад комплекса I₃⁻



Величины констант скорости были рассчитаны по кинетическому уравнению первого порядка:

$$k = \ln(D_0/D)/\tau$$

Полученные значения констант (табл.2) показывают различие процессов акустического обесцвечивания исследуемых систем. Это является косвенным подтверждением высказанного выше предположения о разных элементарных стадиях окислительно-восстановительного диспропорционирования иода в системах I₂-H₂O и KI-I₂-H₂O.

Константы скорости обесцвечивания ($k \cdot 10^4$, сек⁻¹) при разных частотах

Частота Гц.	I ₂ -H ₂ O(при 40 дБ)	KI-I ₂ -H ₂ O(при 55 дБ)
2	14,7	0,64
5	7,06	0,77
7	11,08	0,93
10	13,02	1,24
12	13,48	0,75
15	13,48	0,83
17	2,35	0,81
20	1,17	0,3
22	0,73	0,29
25	0,73	0,3
27	0,73	0,47
30	0,88	0,31

Выводы

- 1) Установлено что в поле низкочастотного акустического воздействия в диапазоне инфразвуковых и начала звуковых частот от 2 до 30 Гц при интенсивности звукового давления 40 и 55 дБ происходит необратимое уменьшение оптической плотности водных растворов молекулярного иода в системах I₂-H₂O и KI-I₂-H₂O .
- 2) Экспериментально найдено, что изменения оптической плотности систем I₂-H₂O и KI-I₂-H₂O происходит при различных условиях воздействия. Оптимальные частоты, обесцвечивания раствора I₂-H₂O, находятся в интервале частот от 7 до 15 Гц при звуковом давлении 40 дБ. Оптимальная частота обесцвечивания раствора KI-I₂-H₂O находится на частоте 10 Гц. при звуковом давлении 55 дБ.
- 3) Различие в константах скорости исследуемых систем указывает на влияние ионов I₃⁻ на кинетику окислительно-восстановительного диспропорционирования иода в поле низкочастотных акустических воздействий.

Список литературы

1. Фадеев Г.Н, Болдырев В.С., Ермолаева В.И., Елисеева Н.М. Клатратные комплексы иод-крахмал в поле низкочастотных акустических воздействий // Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 1. С. 40-46
2. Fadeev G.N., Boldyrev V.S., Margulis M.A., Nazarenko B.P. Iodine – starch clathrate complex under the impact of acoustic field // Russ. J. of Phys. Chem. A. 2013. V. 87. № 9. P. 1588-1591.
3. Богатов Н.А. Иод-крахмальный комплекс в поле низкочастотных акустических воздействий // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана Электрон. журн. 2014. № 3. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/717470.html> (дата обращения 09.10.14.).
4. Богатов Н.А. Иод-крахмальный комплекс амилопектоиодин в поле термического воздействия // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 6. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/723379.html> (дата обращения 09.10.14.).
5. Фадеев Г.Н., Болдырев В.С., Ермолаева В.И. Биологически активные клатраты в поле действия низкочастотных акустических колебаний // Доклады Академии Наук. 2012. Т. 446. № 4. С. 638 – 642.