

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ВОДЫ

Сычева Е.В., Манаков Н.А., Юрк А.Д.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Вода обладает рядом свойств, резко отличающих её от других жидкостей, и представляет собой еще не расшифрованную, чрезвычайно гибкую и изменчивую структуру, зависящую от малейших изменений давления, температуры, примесей и разнообразных энергетических полей [1-8]. Наличие низкоэнергетических водородных связей между молекулами воды определяет её чувствительность к внешним воздействиям [1]. В связи с этим воде приписывают различные интересные, и даже удивительные свойства, приобретаемые её в результате воздействия звуковых волн (тексты, музыка, ультразвук и т.п.), низких температур, давлений и т.д.

Несмотря на роль и значение воды в жизни людей, её физические свойства пока изучены недостаточно. В частности, слабо изучены электрические свойства различных видов воды. В соответствии с молекулярным строением вода теоретически относится к полярным диэлектрикам. Но являясь хорошим растворителем, вода, которой мы пользуемся, как правило, является достаточно хорошим проводником. Её электропроводность в зависимости от растворенных примесей может изменяться на много порядков.

В связи с этим электропроводность воды может служить удобным параметром для оценки состояния воды, в частности, степени её загрязнения и минерализации. Но для этого необходимо детальное исследование зависимостей электропроводности разных видов воды от параметров внешней среды, в частности от температуры и атмосферного давления.

В соответствии с этим объектами настоящего исследования были выбраны несколько видов воды, которые представлены в таблице 1.

Температура и удельная электропроводность воды измерялись с помощью кондуктометра СОМ 100. Погрешность измерения температуры составляла $\pm 0,1$ °С, а удельной электропроводности $\pm 2\%$ (диапазон измерений 0 – 9990 мкСм/см).

Таблица 1 - Удельная электропроводность σ исследованных видов воды при температуре 24,5°C и разном атмосферном давлении

№ п	Вода	Удельная электропроводность, мк См/см	Примечание
11	Дистиллированная	2,9 – 7,9	
22	Обессоленная	20 – 37	
43	Водопроводная	820 – 840	Центральный район г. Оренбурга
4 4	Водопроводная ржавая	860 – 940	Центральный район г. Оренбурга
65	Водопроводная	1140 – 1150	Северный район г. Оренбург
76	Из водозабора	830 – 1360	г. Оренбурга
87	«Живая вода»	480	*
98	«Живая вода» (газированная)	385	*
9 9	«Аква минерале» (газированная)	85	*
110	«Хрустальный колодец»	650	*
111	«Архыз»	288	*
112	Артезианская	3920 – 4400	пос. Кушкуль
113	Из отработанной нефтяной скважины	3070 – 3360	пос. Пономаревка Оренбургской области
114	«Святая» вода	1630 – 1820	Вода, освященная в храме
115	Раствор NaCl (3%) в дистиллированной воде	7100 – 7600	
116	Раствор NaCl (0,25%) в дистиллированной воде	610 – 650	

* Измерения σ проводились без выдержки воды в открытом объеме.

На рисунке 1 показана зависимость удельной электропроводности артезианской воды в цикле «нагрев – охлаждение».

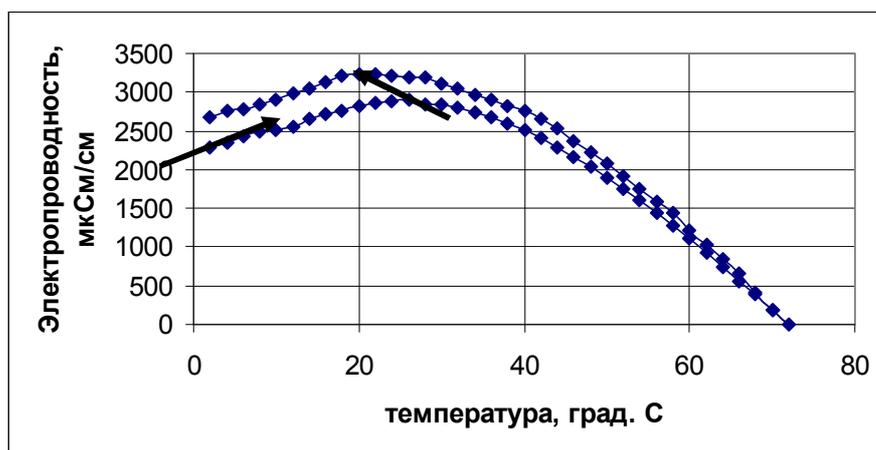


Рисунок 1 - Температурная зависимость удельной электропроводности артезианской воды в цикле «нагрев – охлаждение»

Качественно аналогичные зависимости мы наблюдали для всех исследованных видов воды. Температурные зависимости снимались в «динамическом» режиме, то есть измерения проводились при непрерывном изменении температуры.

Уменьшение электропроводности с повышением температуры примерно от 20°C качественно соответствует аналогичным зависимостям для проводников, но в отличие от них, имеет нелинейный характер. При понижении температуры примерно от 20°C наблюдается уменьшение электропроводности. Уменьшение электропроводности при низких температурах можно связать с повышением концентрации растворенных в воде газов. Как раз в этой области температур резко увеличивается растворимость газов в воде, особенно кислорода [2]. Влияние растворенного в воде газа на её электропроводность можно видеть по результатам измерения электропроводности при разном атмосферном давлении (Таблица 2).

Таблица 2 - Удельная электропроводность некоторых видов воды при температуре 24,5°C и разном атмосферном давлении

Вода	σ , мкСм/см 766 мм рт. ст.	σ , мкСм/см 750 мм рт. ст.
Дистиллированная	2,9	3,9
Обессоленная	22	37
Водопроводная ржавая	884	935
Из водозабора	965	1360
Артезианская	2720	3200
Раствор NaCl (3%) в дистиллированной воде	7060	7590

Изменение удельной электропроводности по мере дегазации сильно газированной воды «Аква минерале» показано на рисунке 2.

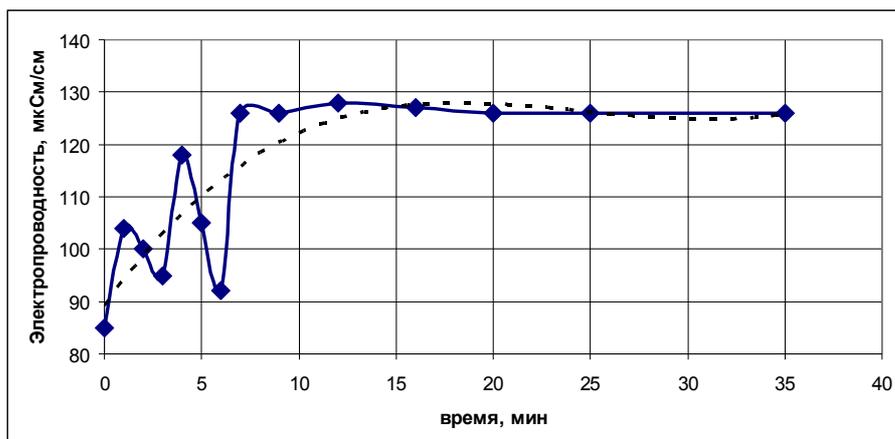


Рисунок 2 - Зависимость удельной электропроводности газированной питьевой воды «Аква минерале» от времени выдержки на воздухе (пунктиром показан тренд изменения удельной электропроводности)

Как видно из зависимости на рисунке 2, быстрое увеличение электропроводности в результате выделения газа происходит в первые 10 – 15 минут. Скачки электропроводности связаны с оседанием на электродах кондуктометра пузырьков газа.

В результате нагрева концентрация газов в воде уменьшается и при охлаждении восстанавливается постепенно. Поэтому кривая зависимости электропроводности при охлаждении идет выше, чем при нагреве (Рисунок 1).

В результате нагревания и последующего охлаждения воды в герметически замкнутом объеме кривые зависимости σ от температуры совпадают (Рисунок 3).

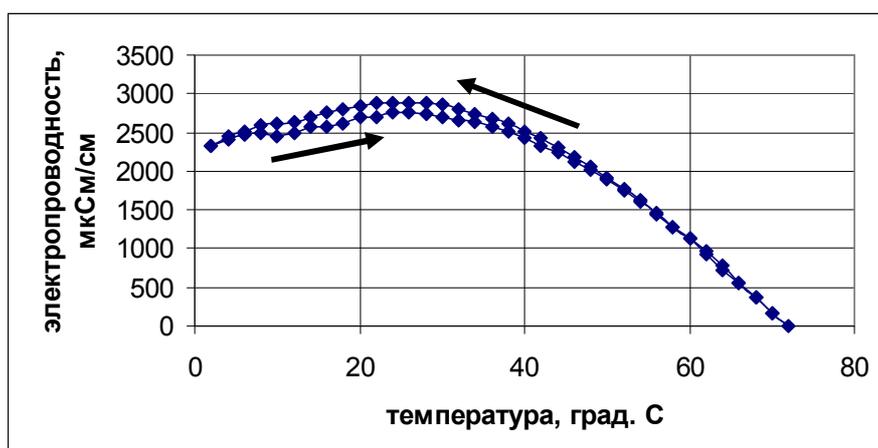


Рисунок 3 - Зависимость удельной электропроводности артезианской воды в цикле нагрев – охлаждение (вода в герметически замкнутом объеме)

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Вода, используемая нами, как правило, является достаточно хорошим проводником.

2. Удельная электропроводность реальной воды в отличие от обычных проводников имеет немонотонную зависимость от температуры с максимумом при $(20 \pm 4) ^\circ\text{C}$.

3. Немонотонная зависимость удельной электропроводности воды от температуры обусловлена изменением растворимости газов в воде. При низких температурах уменьшение электропроводности связано с повышением концентрации растворенных газов. Уменьшение электропроводности воды при высоких температурах определяется влиянием теплового движения молекул воды, затрудняющего упорядоченное движение ионов.

4. Величина удельной электропроводности воды является хорошим индикатором степени её очистки от различных примесей.

Список использованной литературы

1. **Шаталов, В. М.** Дезгазация биожидкостей как механизм биологического действия слабых электромагнитных полей / В. М. Шаталов // *Біофізичний вісник*. – 2009. – Вып. 23 (2). – С. 92–99.

2. **Аликберова, Л.Ю.** Общие свойства растворов / Л.Ю. Аликберова, Н.С. Рукк. – М.: МИТХТ, 2012.

3. **Ввозная, Н.Ф.** Химия воды и микробиология / Н.Ф. Ввозная. – М.: Высшая школа, 1979. – 340 с.

4. **Букатый, В.И.** Измерение физико-химических характеристик воды при различных физических воздействиях с учетом переходных процессов / В.И. Букатый, П.И. Нестерюк // *Ползуновский вестник*. – 2010. – № 2. – С. 60-64.

5. **Маленков, Г.Г.** Структура и динамика жидкой воды / Г.Г. Маленков // *Журнал структурной химии*. – 2006. – Т. 47. – С. 5-35.

6. **Саркисов, Г.Н.** Структурные модели воды / Г.Н. Саркисов. // *Успехи физических наук*. – 2006. – Т.176, №8. – С. 833-845.

7. **Акопян, С.Н.** Исследования удельной электропроводности воды при воздействии постоянного магнитного поля, электромагнитного поля и низкочастотных механических колебаний / С.Н. Акопян, С.Н. Айрапетян. – *Биофизика*. – 2005. – Т. 50. – Вып. 2. – С. 265-269.

8. **Бецкий, О.В.** Необычные свойства воды в слабых электромагнитных полях / О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева, Т.И. Котровская. // *Биомедицинская радиоэлектроника*. – 2003. – №1. – С. 37-44.