

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

# ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Материалы Международной научной конференции

22 – 25 мая 2019 г.



Томск 2019

**АНАЛИЗ ПИТЬЕВЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД  
ANALYSIS OF DRINKING AND NATURAL WATER**

**Александрова С.Я.<sup>1</sup>, Цыро Л.В.<sup>2</sup>, Пичугина А.А.<sup>2</sup>, Унгер Ф.Г.<sup>1</sup>  
Aleksandrova S.Ya.<sup>1</sup>, Tsyro L.V.<sup>2</sup>, Pichugina A.A.<sup>2</sup>, Unger F.G.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

e-mail: [alsya8@yandex.ru](mailto:alsya8@yandex.ru)

When drinking water supply and the production of various types of products, rigidity is essential, which causes a number of diseases and makes water unsuitable for household and industrial needs. In this paper, the dynamics of deposition processes occurring in water systems under heating is studied by photon correlation spectroscopy.

Качество воды оказывает существенное влияние на здоровье людей, в настоящее время большой интерес представляет исследование водопроводной воды и вод, поступающих в продажу. При оценке качества хозяйственно-питьевой воды существенное значение имеет жесткость, которая определяется содержанием в воде солей кальция и магния. Значительная жесткость делает воду непригодной для хозяйственно-бытовых и производственных нужд. Будучи слабым проводником тепла, накипь сильно снижает теплопроводность котлов и поэтому вызывает непроизводительный расход топлива.

Целью работы являлось изучение природных вод, представляющих собой водные дисперсные системы. Исследование проводилось методом фотонной корреляционной спектроскопии. Метод ФКС – спектроскопический метод анализа рассеянного света, обладает высокой чувствительностью и точностью, не вносит возмущений в исследуемый объект. Суть метода заключается в измерении чрезвычайно малых частотных сдвигов рассеянного излучения, вызванного движением броуновских частиц в жидких средах.

Были исследованы ряд образцов воды различного происхождения, в частности, пробы водопроводной воды из разных районов г. Томска, г. Новосибирска, г. Владивостока и населенных пунктов Томской области, а также некоторые природные воды и минеральная вода, поступающая в продажу. Кроме того, были получены результаты для водопроводной воды, прошедшей обработку через фильтр, и для водопроводной воды, очищенной методом замораживания. Измерения проводились при комнатной температуре, 45, 70 и 90 °С.

В таблице приведены размеры частиц для некоторых исследованных образцов воды.

При нагревании водопроводной воды из разных районов г. Томска, г. Новосибирска, Томской области и других населенных пунктов наблюдается рост радиуса частиц. Зависимость изменения радиуса частиц от температуры имеет неодинаковый характер: в случае некоторых образцов размеры частиц резко возрастают при нагревании; в других случаях происходит более плавное увеличение размеров частиц с температурой.

Для образцов воды, прошедшей обработку через фильтры, наблюдается аналогичный характер зависимости радиуса частиц от температуры. Радиус частиц в неочищенной воде был больше, чем в образцах, пропущенных через фильтр. Для очищенной и неочищенной воды из одного источника характер зависимости радиус частиц – температура в одних случаях одинаков, в других – разный.

Были исследованы образцы воды, очищенной методом замораживания. Замерзшая вода (лед) представляет собой структуру, в которой существуют области с чистым льдом и области с коагулировавшими исходными частицами дисперсной фазы. Соответственно при размораживании коагулировавшие частицы (уже более крупные, чем в исходной воде, и способные седиментировать) будут выпадать в виде заметного осадка. В эксперименте использовалась вода, полученная при размораживании льда, а также для сравнения – природная вода и минеральная вода, поступающая в продажу.

Условия эксперимента, размеры частиц в воде

Образец	t, °C	r, нм	Время накопления, мин	Образец	t, °C	r, нм	Время накопления, мин
водопроводная вода (г. Новосибирск, ул. Железнодорожная)	20	41	180	водопроводная вода (г. Новосибирск, ул. Железнодорожная, фильтр «Родничок»)	20	21	180
	45	75	120		45	54	180
	70	91	120		70	87	120
	90	143	120		90	115	120
водопроводная вода (г. Владивосток)	20	90	180	водопроводная вода (г. Владивосток, фильтр «Аквафор»)	20	76	180
	45	140	120		45	89	120
	70	215	120		70	129	120
	90	290	120		90	147	120
водопроводная вода (с. Подгорное)	20	120	120	водопроводная вода (с. Подгорное, фильтр «Мелеста»)	20	–	180
	45	193	60		45	101	180
	70	285	60		70	150	120
	90	395	30		90	187	120
вода из скв. 331/42б, пласт Б-3	20	13	120	родниковая вода	20	–	180
	45	43	180		45	29	180
	70	93	120		70	53	60
	90	148	120		90	84	60
снег	20	40	180	минеральная вода «Шира»	20	–	160
	45	120	120		45	62	60
	70	246	60		70	92	60
	90	416	60		90	127	60
водопроводная вода (г. Томск, Кировский район, пл. Южная)	20	15	180	водопроводная вода (г. Томск, Кировский район, очищенная замораживанием)	20	–	160
	45	151	120		45	43	90
	70	185	120		70	86	60
	90	232	60		90	113	60

В случае талой воды, полученной из снега, наблюдается резкий рост радиуса частиц с ростом температуры и высокие значения, что может быть связано с высокой степенью загрязнения снега в городе. Для родниковой воды наблюдается незначительное увеличение радиуса с ростом температуры и низкие значения радиусов, как и в случаях воды, очищенной методом замораживания и минеральной воды, значения радиусов которых практически не отличались, что может свидетельствовать о качестве воды, поступающей в продажу. В дистиллированной воде радиусы не определялись ни при одной температуре.

Для образцов воды, отобранных в нефтяных месторождениях, в большинстве случаев наблюдается резкий рост радиусов с температурой.

Значения радиусов частиц варьируют в различных пределах для вод разного происхождения: в водопроводной воде г. Томска – от 15 до 510 нм; в водопроводной воде г. Новосибирска – от 12 до 212 нм; в воде из Томской области – от 10 до 320 нм; природной воде – от 29 до 416 нм; в водах из нефтяных месторождений – от 9 до 303 нм.

Метод фотонной корреляционной спектроскопии позволяет изучать динамику поведения частиц в воде при нагревании. Характер изменения зависимости радиус – температура может свидетельствовать о степени жесткости воды. Размер частиц зависит от химического состава воды, и, как следствие этого наблюдается разный характер роста размеров частиц с температурой.