

Р. С. Слободенюк, Э. О. Долгинин
**КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО ХЛОРА
В ВОДЕ**

*Научные руководители: канд. биол. наук, доц. В. В. Хрусталеv,
канд. мед. наук, доц. Г. Д. Кейс
Кафедра общей химии, кафедра радиационной медицины и экологии
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

R. S. Slobodzeniuk, A. O. Dolginin
**COLORIMETRIC DETERMINATION OF RESIDUAL CHLORINE IN THE
WATER**

*Tutors: Associate Professor V. V. Khrustalev,
Associate Professor G. D. Keis
Department of Radiation Medicine and Ecology, Department of General Chemistry
Belarusian State Medical University, Minsk*

Резюме. Данная работа представляет новую методику определения остаточного хлора в воде, основанную на колориметрическом методе.

Ключевые слова: остаточный хлор, колориметрия, чувствительность, доступность, специфичность.

Resume. This article presents a new method for determining the residual chlorine in water based on colorimetric method.

Keywords: residual chlorine, spectrophotometry, sensitivity, availability, specificity.

Актуальность. Существование современного города невозможно без водоснабжения. Вода, поступающая из поверхностных источников, проходит через очистную водонапорную станцию, где подвергается различным методам очистки. Один из этих методов – хлорирование – характеризуется тем, что оставляет после себя в очищенной воде какое-то количество молекулярного хлора и его производных. [1] Некоторые из них, особенно хлороформ, способны оказывать негативное воздействие, в том числе канцерогенное, на организм человека. Предельно допустимая концентрация (ПДК) остаточного свободного хлора в воде централизованного водоснабжения должна быть в пределах 0,3–0,5 мг/дм³, ПДК остаточного связанного – в пределах 0,8–1,2 мг/дм³; если свободный и связанный хлор присутствуют в воде одновременно, то их общая концентрация не должна превышать 1,2 мг/дм³[2].

Цель: предложить методику, основанную на колориметрическом методе, для количественного определения остаточного хлора в проточной воде в качестве более точной альтернативы существующим экспресс-методам.

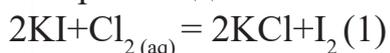
Задачи:

1. Приготовить пробы с «потенциальным хлором» и раствор сравнения;
2. На основании определенной с помощью спектрофотометра оптической плотности проб построить калибровочный график;
3. Произвести расчеты для определения реального хлора в проточной воде на основании калибровочного графика;
4. Выделить преимущества колориметрического метода по сравнению с

существующими экспресс-методами.

Материалы и методы. Спектрофотометр SOLAR PV1251C, автоматическая пипетка на 1 мл, мерные колбы на 100 мл - 5 штук, пипетки Мора на 5 мл – 3 штуки, пипетаторы, плоскодонные термостойкие колбы – 2 штуки, электрическая плитка, электронные весы, раствор йодида калия с концентрацией 10%, раствор серной кислоты с массовой долей 10%, раствор йодата калия с молярной концентрацией 0,0001 моль/л, крахмал, вода дистиллированная, соляная кислота с концентрацией HCl 0,01 моль/л; перманганат калия с концентрацией 0,0001 моль/л; метод построения калибровочного графика в спектрофотометрии.

Результаты и их обсуждение. Наша методика предполагает определение йода, который выделяется из йодида калия в реакции с хлором (1):

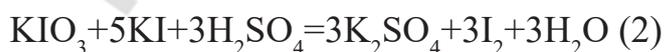


Была выполнена следующая последовательность действий:

- 1) Приготовление раствора крахмала.
- 2) Приготовление 7 проб и раствора сравнения

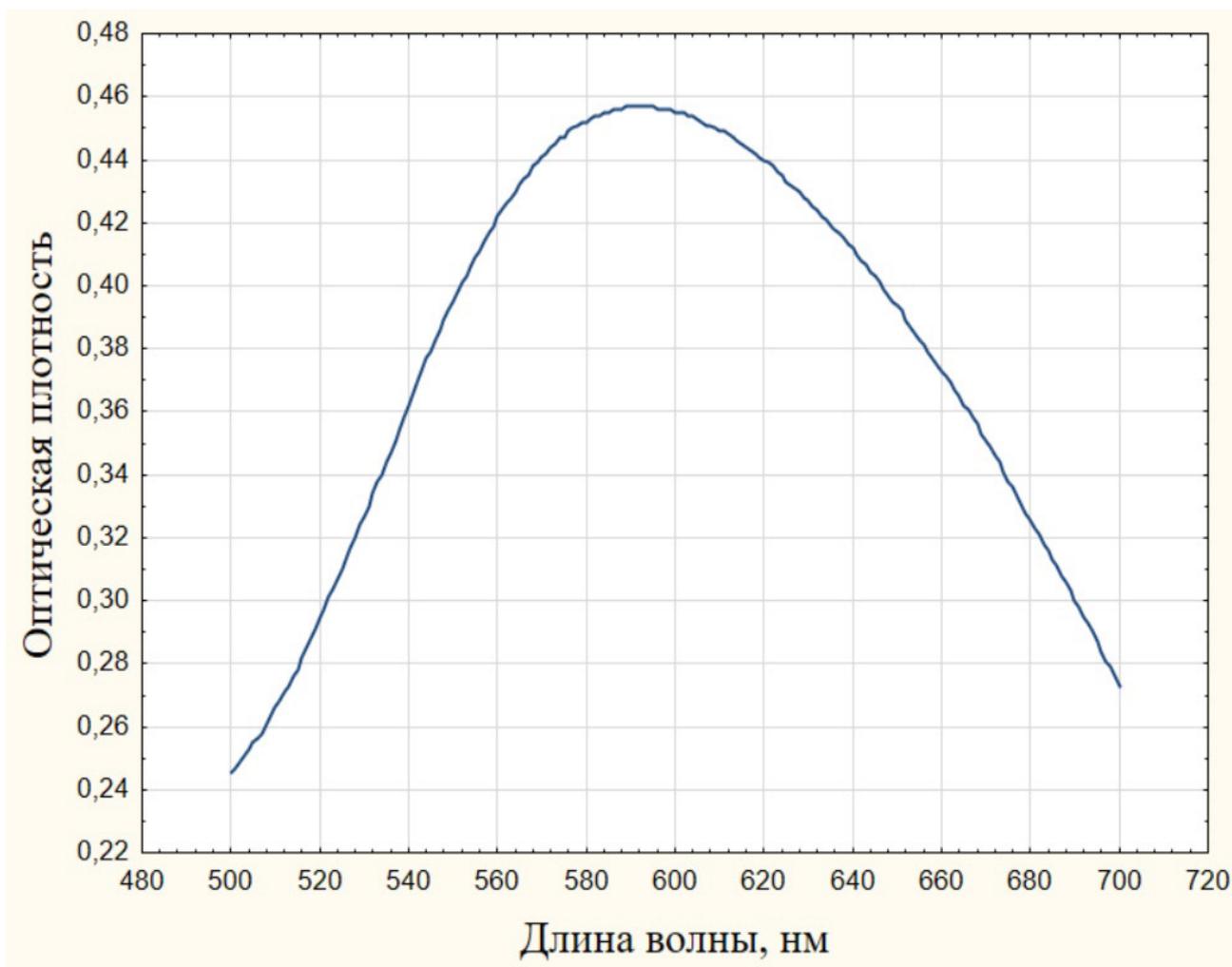
Табл. 1. Пробы с потенциальным хлором и раствор сравнения

	Рас- твор крах- мала,	Рас- твор H ₂ SO ₄ (10%)	Рас- твор KIO ₃ (10 ⁻⁴ М)	Дистиллиро- ванная вода	Рас- твор KI (10%)	Общий объем	Концентра- ция потен- циального хлора	Опти- чес- кая плот- ность
Проба №1	300 мкл	150 мкл	30 мкл	2,37 мл	150 мкл	3 мл	0,213 мг/л	0
Проба №2	300 мкл	150 мкл	60 мкл	2,34 мл	150 мкл	3 мл	0,426 мг/л	0,063
Проба №3	300 мкл	150 мкл	90 мкл	2,31 мл	150 мкл	3 мл	0,639 мг/л	0,172
Проба №4	300 мкл	150 мкл	120 мкл	2,28 мл	150 мкл	3 мл	0,852 мг/л	0,283
Проба №5	300 мкл	150 мкл	150 мкл	2,25 мл	150 мкл	3 мл	1,065 мг/л	0,351
Проба №6	300 мкл	150 мкл	180 мкл	2,22 мл	150 мкл	3 мл	1,268 мг/л	0,457
Проба №7	300 мкл	150 мкл	210 мкл	2,19 мл	150 мкл	3 мл	1,491 мг/л	0,608
Рас- твор срав- нения	300 мкл	150 мкл	0 мкл	2,40 мл	150 мкл	3 мл	-	



При добавлении раствора крахмала окраска поменялась на тёмно-синюю, что объясняется наличием условного хлора.

Выделяющийся йод в комплексе с крахмалом даёт синее окрашивание раствора, с максимумом поглощения при длине волны 590 нм.

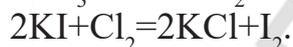
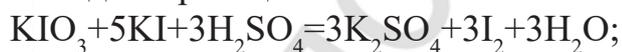


Граф.1 - График зависимости оптической плотности от длины волны

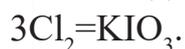
На основании данных полученных при фотометрировании проб относительно раствора сравнения был построен калибровочный график зависимости оптической плотности от концентрации потенциального хлора, за который мы принимаем выделяющийся в реакции (2) йод.

Расчеты:

Исходя из реакций

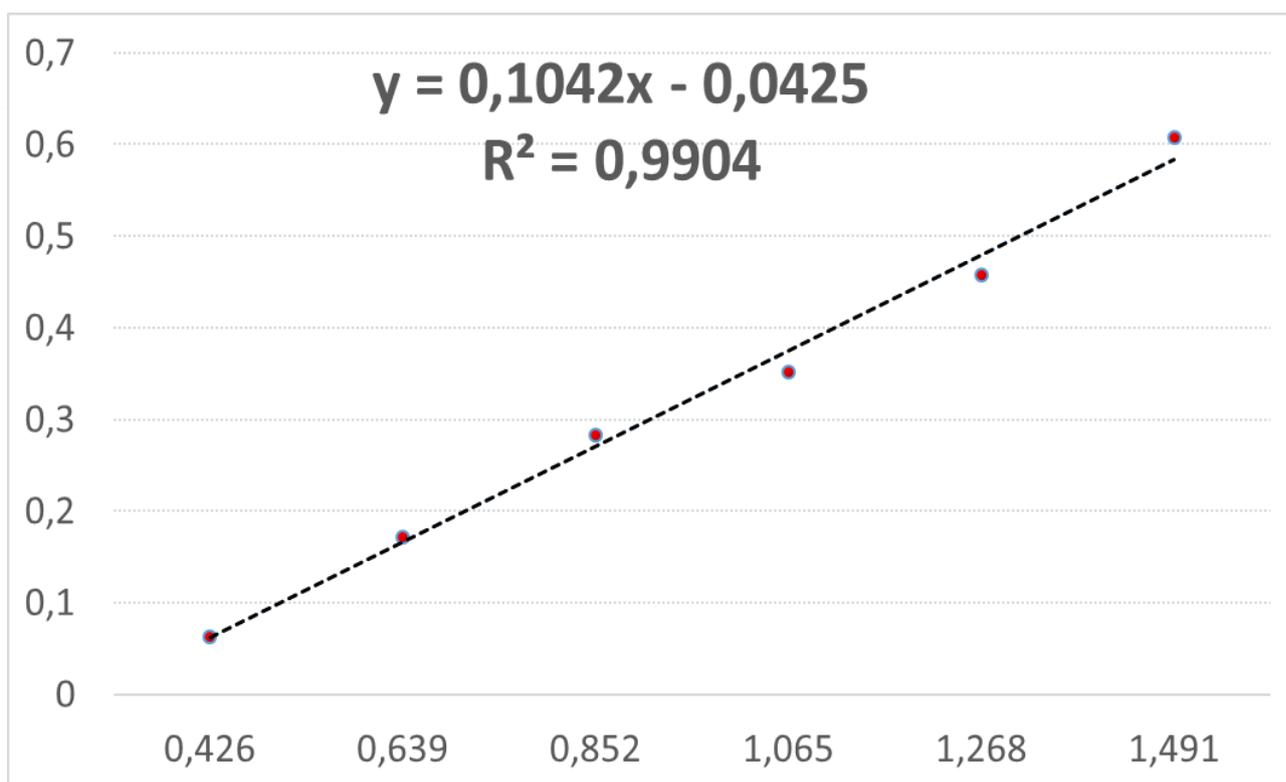


Можно сделать вывод, что



Содержание условного активного хлора в воде вычисляется по формуле:

$$c(\text{Cl}_2) = \frac{0,213 \cdot A}{30} \text{ мг/л, где } A - \text{объем добавленного йодата калия в мкл.}$$



Граф.2. Калибровочный график зависимости оптической плотности от концентрации потенциального хлора

Также была проведена серия проб с искусственно синтезированным хлором, чтобы убедиться в правильности методики. По результатам была определена минимально определяемая концентрация хлора (0,4 мг/л) ниже которой он не определялся.

Затем была проведена серия проб с проточной холодной и горячей водой, в результате которой прибор не регистрировал изменения оптической плотности по сравнению с контрольным раствором. Это означает, что проточная вода содержит менее 0,4 мг/л остаточного хлора, т.е. в пределах ПДК.

На фоне существующих экспресс-методов (йодометрический метод и метод титрования метилоранжем) колориметрический метод обладает существенно большей доступностью, т. к. реактивы, необходимые для его проведения, дешевле и безопаснее, чем те, что используются при йодометрии и титровании метилоранжем [3]. Колориметрический метод обладает более высокой специфичностью (он позволяет определить как остаточный свободный, так и остаточный связанный хлор) по сравнению с методом титрования метилоранжем, т. к. последний определяет лишь остаточный свободный хлор в силу недостаточности окислительного потенциала хлораминов для окисления метилового оранжевого. При всем этом чувствительность колориметрического метода не уступает чувствительности существующих экспресс-методов (0,4 мг/л).

Вывод:

Колориметрический метод может быть рекомендован в качестве альтернативы существующим экспресс-методам (йодометрическому методу и методу титрования метилоранжем) в силу высокой чувствительности, специфичности и доступности.

Литература

1. Журавлевич Н.Е. *Обеззараживание питьевой воды: Метод. реком.* / Н.Е. Журавлевич. – Минск: БГМУ, 2016 г. – 35 с.
2. Санитарные правила и нормы 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10–124 РБ 99»: утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь № 46 от 19.10.1999.
3. ГОСТ 18190-72 Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора: утверждено Госстандартом СССР от 25.10.1972.