

УДК 546.72(571.12)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА В ВОДАХ  
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ТИТРОВАНИЯ****Скородед О.А., Ерофеева А.А., Шпиякин Д.В.***Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева,  
филиал Тюменского государственного университета, Тобольск,  
e-mail: skoroded.olga@yandex.ru*

В данной статье рассмотрены основные причины повышенного содержания железа, а также формы его существования в природных водах Тюменской области. Изучены негативные последствия длительного воздействия избыточного количества железа на организм человека. Приведены результаты анализа пробы питьевой воды. Анализ был проведен методом титрования с целью определения содержания ионов железа и их количественного содержания. По результатам количественного анализа был сделан вывод, что проблема загрязнения источников централизованного водоснабжения и обеспечение населения качественной питьевой водой является актуальной в г. Тобольске и Тюменской области в целом. Население области вынуждено употреблять воду, несоответствующую санитарно-эпидемиологическим требованиям и способную нанести значительный вред здоровью, а также бытовой и промышленной технике.

**Ключевые слова:** природные воды, железо, титрование**DETERMINATION OF THE CONTENT OF IRON IONS IN THE WATERS  
OF THE TYUMEN REGION BY TITRATION****Skorodeid O.A., Yerofeyev A.A., Speakin D.V.***Tobolsk Pedagogical Institute named after D.I. Mendeleev, branch of the Tyumen State University,  
Tobolsk, e-mail: skoroded.olga@yandex.ru*

In this article, the main causes of the increased iron content, as well as the forms of its existence in natural waters of the Tyumen region, are considered. The negative effects of prolonged exposure to excess iron on the human body have been studied. The results of the analysis of the drinking water sample are presented. The analysis was carried out by titration with the aim of determining the content of iron ions and their quantitative content. According to the results of the quantitative analysis, it was concluded that the problem of pollution of the sources of centralized water supply and providing the population with quality drinking water is actual in the city of Tobolsk and the Tyumen region as a whole. The population of the region is forced to use water that does not meet the sanitary and epidemiological requirements and can cause significant harm to health, as well as household and industrial equipment.

**Keywords:** natural waters, iron, titration

Региональной особенностью состава вод Тюменской области является повышенное содержание железа. Ограничение на содержание железа в питьевой воде введено в СанПиН и по органолептическим признакам имеет ПДК равным 0,3 мг/л. На большинстве территории региона зарегистрированы высокие концентрации железа в питьевой воде (от 0,32 до 2,38 мг/л), в наиболее неблагоприятном положении находится северо-восточный район области. Повышенное содержание железа в водах Тюменской области отмечается на протяжении всего года, максимальная концентрация регистрировалась в зимний период и составляла 3,0 мг/л, что превышало ПДК в 10 раз, а в осенний период обнаруживалось до 5ПДК, что соответствовало годовому минимуму [1].

Вода, в которой железо содержится в концентрациях 1,0–1,5 мг/л и более, имеет желтовато-бурую окраску, повышенную мутность, выраженный привкус железа,

поэтому является непригодной для питья. Но даже в менее низких концентрациях железо может причинить значительный вред бытовой и промышленной технике. Так уже при содержании общего железа 0,5 мг/л начинается интенсивное образование рыхлого шлама из хлопьевидных осадков в системах водоснабжения. Употребление воды с избыточным содержанием железа приводит к неблагоприятному воздействию на кожу, влияет на морфологический состав крови и может являться причиной возникновения аллергических реакций. При длительной перегрузке организма железом происходит его отложение в тканях, которое носит очаговый или генерализованный характер (гемосидероз). Если общее содержание железа в организме превышает 15 г, то поражаются внутренние органы. Такое состояние называется гемохроматозом [2]. Именно поэтому проблема загрязнения источников центра-

лизованного водоснабжения и обеспечение населения качественной питьевой водой на данный момент является одной из наиболее сложных современных проблем.

Главным источником железа в поверхностных водах являются процессы выветривания горных пород. К числу пород, подверженных процессам выветривания, относятся песчано-гравийные и глинистые материалы, содержащие большое количество железистых соединений. Для определения наиболее рационального метода удаления железа, необходимо выявить формы его существования в природных водах [3].

Железо в природных водах может находиться в виде двух- и трехвалентных ионов, коллоидов органического и неорганического происхождения, таких как  $[\text{Fe}(\text{OH})]_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $[\text{Fe}(\text{OH})]_2$ , комплексных соединений с гуматами и фульвокислотами, а также в виде тонкодисперсной взвеси.

Итак, в природных водах встречается несколько форм железа, к каждой из которых необходимо применять свою специфическую очистку:

Элементарное железо ( $\text{Fe}^0$ ). Нерастворимо в воде, в присутствии кислорода воздуха или влаги окисляется до  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , образуя ржавчину.

Железо двухвалентное ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Преимущественно встечается там, где нет кислорода воздуха и довольно высокое содержание углекислоты, т.е. главным образом в подземных водах. Его соединения хорошо растворимы. При окислении выпадает в красно-бурый осадок.

Гидроксид железа (III). При нейтральном pH и выше не растворяется в воде, может находиться как в коллоидном состоянии, так и выпадать в осадок красно-бурого цвета.

Хлорид железа ( $\text{FeCl}_3$ ), сульфат железа ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) – соли железа III, хорошо растворимы в воде [4].

Органическое железо. Наибольшую роль в образовании органического железа играют гумусовые вещества, образуя с ним сложные комплексы и коллоидные структуры. Очистка от коллоидного железа является наиболее трудной задачей из всех прочих.

Определение ионов железа (III) методом титрования основано на взаимодействии их с  $\text{SCN}^-$ , сопровождающимся образованием железороданидных комплексов, окрашивающих раствор в кроваво-красный цвет, тем более интенсивный, чем больше  $\text{Fe}^{3+}$  со-

держалось в растворе. К недостаткам этого метода относится то, что в зависимости от содержания  $\text{SCN}^-$  в растворе состав комплексов может быть различным.

Эта реакция весьма чувствительна и позволяет определить железо при содержании его в растворе  $10^{-7}$  г/мл.

Нами в лабораторных условиях был проведен количественный анализ пробы питьевой воды на содержание ионов железа. Проба была взята по адресу: г. Тобольск мкр. Левобережье.

В коническую колбу поместили 100 мл исследуемой пробы воды, прибавили 2 мл концентрированной соляной кислоты, 2 мл роданида калия, 1 г персульфата аммония и тщательно взболтали. В ходе реакции наблюдалось изменение цвета раствора на красный.

В другой такой же колбе был приготовлен контрольный раствор. Для этого в колбу налили 100 мл дистиллированной воды, прибавили 2 мл концентрированной соляной кислоты, 2 мл роданида калия, 1 г персульфата аммония и также тщательно взболтали. Изменение окраски раствора не наблюдалось, вследствие отсутствия в нем ионов железа.

К контрольному раствору, содержащему все употребляемые реактивы, но не содержащему железа, добавили из микробюретки по каплям, при энергичном помешивании, стандартный раствор ионов железа. Титрование вели до тех пор, пока окраска контрольного раствора не сравнялась с окраской анализируемого раствора. Количество добавленного из микробюретки стандартного раствора ионов железа составило 21 мл [5].

Зная количество добавленного из микробюретки стандартного раствора ионов железа, вычислили содержание ионов железа в анализируемом растворе. Расчет проводили по формуле:

$$C_{\text{Fe}} = \frac{V_T \cdot 0,1 \cdot 1000}{V_1},$$

где  $V_T$  – объем стандартного железа;  $V_1$  – объем исследуемой воды.

$$C_{\text{Fe}} = \frac{21 \cdot 0,1 \cdot 1000}{100} = 21 \text{ мг/л.}$$

Таким образом, по результатам анализа можно сделать вывод, что концентрация железа в исследуемой пробе превышает ПДК в 70 раз. Полученные в результате анализа данные свидетельствуют о том, что проблема загрязнения источников цен-

трализованного водоснабжения и обеспечение населения качественной питьевой водой является актуальной в г. Тобольске и Тюменской области в целом. Население вынуждено употреблять питьевую воду, несоответствующую нормативным требованиям, что может негативно сказаться на состоянии здоровья.

#### Список литературы

1. Biofile [Электронный ресурс]: Качество питьевой воды в Тюменской области. – режим досту-

па: <http://biofile.ru/geo/24031.html> (Дата обращения 01.02.2018).

2. Казьмин В.Д. Йод и железо для вашего здоровья. – Ростов-на-Дону: БАРОпресс, 2005. – 104 с.

3. Клячко В.А. Апельцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971 – 579 с.

4. Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мельдер Х.А. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М.: Высшая школа, 1994. – 336 с.

5. Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Количественный анализ, физико-химические методы анализа. Практикум. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 389 с.