

Учащейся С.Г. Наумовец  
Науч. рук. преп. И.Е. Кожемяко  
(филиал БГТУ «Белорусский государственный колледж  
промышленности строительных материалов»)

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЩЕЙ, ВРЕМЕННОЙ (КАРБОНАТНОЙ) ПОСТОЯННОЙ (НЕКАРБОНАТНОЙ) ЖЕСТКОСТИ В ВОДЫ В ГОРОДСКИХ ВОДОЕМАХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

**Исследования:** открытые водоемы Вилейско-Минской и Слепянской водных систем г. Минска.

**Цель исследования:** сравнительный анализ общей, временной (карбонатной), постоянной (некарбонатной) жесткости городских водоемов с различной степенью антропогенной нагрузки.

Реки, каналы и водохранилища являются неотъемлемой частью городской территории. Открытые водоемы г. Минска представлены как отдельными водными объектами, так объектами, входящими в Вилейско-Минскую и Степянскую водные системы.

Химический состав природных вод представлен сложным комплексом минеральных солей, органических веществ, растворенных газов.

Одной из основных характеристик природной воды является ее минерализация. Содержание в воде растворенных солей щелочноземельных металлов, главным образом кальция и магния определяет показатель жесткости. Жесткость воды — совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворенных солей щелочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния (так называемых «солей жесткости»).

Вода с большим содержанием солей называется жесткой, с малым содержанием — мягкой.

Принято классифицировать **жесткость воды** следующим образом:

- мягкая вода – жесткость 3,0 мг-экв/л и более
- средняя жесткость – от 3,0 до 6,0 мг-экв/л
- жесткая вода – свыше 6,0 мг-экв/мл.

Жесткость природных вод изменяется в широких пределах. Она различна в разных водоемах и подвержена сезонным колебаниям. Источником жесткости природных вод являются залежи известняка, гипса и доломита. Ионы кальция и магния поступают в воду в результате процессов растворения и химического выветривания горных пород. Источником этих процессов могут служить также микробиологи-

ческие реакции в почвах и донных отложениях, а также сточные воды, обильно поступающие в открытые водоемы.

Воды открытых водоемов интенсивно используются для нужд города. Требования, предъявляемые к показателю жесткости водных объектов, регламентируются санитарными нормами, зависящими от сферы применения воды (питьевая, хозяйственная, промышленная и др.). Вода, имеющая высокий показатель жесткости является мало-пригодной для многих бытовых и технических целей, а слишком мягкая вода (1,5 – 3 мг экв./л) обладает повышенным коррозионным действием.

### **Характеристика открытых водоемов г. Минска.**

Водная система г. Минска представлена отдельными водными объектами и объектами, объединенными Вилейско-Минской и Степянской водными системами.

В состав системы на территории г. Минска входят: водохранилище Дрозды, Комсомольское озеро, реки Свислочь, Лошица и Чижовское водохранилище. В настоящее время подаваемая вода из реки Вилия, используется на хозяйственно-питьевое водоснабжение, производственные нужды города и часть воды идет для обеспечения благоприятного состояния качества воды в реке Свислочь в районе города Минска, а также на обводнение Слепянской водной системы.

Слепянскую водную систему начали строить в 1982, строительство началось с заполнения Цнянского водохранилища. Слепянская система была закончена в 1985 году. Протяжённость канала в черте города составляет 22 км. Вода, вытекающая из Цнянского водохранилища, далее самотеком идет по 11 каскадам. В основании рукотворного русла лежит грунт.рукотворный канал не отличается от Свислочи, тем более что питаются они одной и той же водой.

Вилейско-Минская водная система — система водоснабжения Минска посредством переброса воды из Вилии (бассейн Немана) в Свислочь (бассейн Днепра). В состав Вилейско-Минской водной системы входят крупные водохранилища, главный канал протяженностью более 60-ти километров, шесть мощных насосных станций, а также различные инженерные сооружения. Система переброски стока воды из Вилии в Свислочь преодолевает значительный подъем на Минскую возвышенность. Искусственная река позволила создать новые природные ландшафты и зоны отдыха в окрестностях Минска, а в самом городе коренным образом улучшить водное благоустройство.

В черте города расположено 4 водохранилища (Чижевское, Дрозды, Цнянское, Курасовщина), 2 реки (Свислочь, Лошица), 2 озера (Комсомольское, Лебядиное), многочисленные каналы и пруды.

Все водоемы г. Минска относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу.

В связи с целью данного исследования было взято 12 проб воды на различных участках открытых водоемов города входящих в Виленско-Минскую (и Слепянскую водные системы).

**Таблица - Результаты исследований**

Название водного объекта	Общая жесткость (мг экв./л)	Карбонатная жесткость (мг экв./л)	Некарбонатная жесткость (мг экв./л)
вод. Дрозды	3,78	2,05	1,74
р.Свислочь (р-н ул. Орловской)	3,915	2,17	1,75
Комсомольское озеро	3,775	2,125	1,65
р.Свислочь (р-н Троицкого пр-я)	4,05	2,58	1,46
р.Свислочь (р-н ул. Пулихова)	4	2,415	1,585
р.Свислочь (р-н ул.Денисовской)	4,165	2,7	1,465
вод. Чижевское	4,3	2,17	2,13
Калиновского (Слепянская в.с.)	2,65	1,8	0,85
Р-н нац.Библиотеки (Слепянская в. с.)	3,13	1,98	1,15
Филимонова (Слепянская в.с)	5,36	5,05	0,31

### **Методы исследования жесткости воды**

Отбор проб проводился в зимне-весенний период одновременно. Так как крупные водоемы (вод. Дрозды, Комсомольское озеро, вод. Чижевское) являются слаботочными и имеют неоднородность вод в горизонтальном и вертикальном направлении, для анализа использовались усредненные пробы.

Определение общей жесткости воды ( $J_0$ ) проводилось методом титрования трилоном Б в присутствии индикатора эрихрома черного Т и аммиачной буферной смеси. Результат титрования рассчитывался по формуле:  $J = V_{Tr} C_{Tr} 1000 / V_{H2O}$  (мг экв/л).

Заполнял бюретку раствором трилона Б до нулевой отметки. В коническую колбу помещал 100 см<sup>3</sup> исследуемой воды, 10 см<sup>3</sup> раствора аммиачной буферной смеси, на кончике шпателя сухой смеси

индикатора. Оттитровал полученный раствор трилоном Б до изменения цвета с вишнёво-красного в сине-фиолетовый. Отмечал по шкале бюретки объём трилона Б,

Карбонатная жесткость удалялась кипячением в течении 1 часа, проба фильтровалась, доводилась дистиллированной водой до первоначального объема и титровалась. Значение карбонатной жесткости определялось по разности результатов двух титрований.

### **Вывод**

По данным таблицы и построенному графику видно, что городские условия активно влияют на жёсткость воды, следовательно ухудшают её свойства и затрудняют дальнейшее использование на производстве.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шапиро С. А. Аналитическая химия.— М. Высшая школа.1979.
2. water.ru
3. www.chem-astu.ru
4. Живнач С.Г., Бокая Г.М.// Сахаровские чтения 2012 года.: экологические проблемы XXI века. – Минск, 2012.
5. Химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия,1990.Т. 2.