

УДК 556. 114

Доктор геогр. наук С.М. Романова *
Канд. хим. наук О.И. Пономаренко *

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ВОДОЁМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ

*ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ, ВОДОХРАНИЛИЩЕ-
ОХЛАДИТЕЛЬ, АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ*

Приведены материалы исследований процессов формирования химического состава водоемов-охладителей, находящихся в разных климатических зонах.

На современном этапе развития общества область вмешательства человека в естественный ход природных процессов расширяется. Одной из форм такого воздействия на природные процессы является гидротехническое строительство, в ходе которого создаются искусственные водоёмы – водохранилища, в частности, водохранилища-охладители. Водоохранилищем, в широком смысле слова, принято считать любой водоём замедленного водообмена с искусственно регулируемой ёмкостью или зеркалом [9].

Водоохранилища-охладители представляют собой водоёмы особого типа. Они предназначены в основном для охлаждения конденсаторов турбин ГРЭС. Поэтому их отличительной чертой является необычный термический режим, который откладывает отпечаток на жизнь водоёма в целом, а на формирование химического состава его воды, т.е. его гидрохимию, в частности. Сбрасываемая в водоём циркуляционная вода даёт дополнительное тепло, количество которого зависит от мощности электростанции и выражается десятками и сотнями миллионов килокалорий в год. В зависимости от месторасположения водоёма, от ландшафтных и климатических условий степень влияния дополнительного тепла, поступающего в водоем со сбросными водами, на формирование химического состава воды водохранилищ-охладителей различна. Водоемы-охладители обычно зимой замерзают частично или совсем не замерзают. Сброс нагретых циркуляционных вод в реки, озера и водохранилища, нарушая тепловой баланс водоемов, вызывает реаль-

* КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы

ную опасность так называемого «теплового загрязнения» водоемов, при котором искажается нормальное течение круговорота веществ.

Так, например, в водоёмах-охладителях, расположенных в степной, аридной зоне с недостаточным увлажнением, испарение оказывает существенное влияние на гидрохимический режим водоёмов и способствует накоплению в водоёмах легко растворимых сульфатов и хлоридов [14]. Возьмем, к примеру, Донецкий бассейн. Его физико-географические условия определяют значительное накопление солей, содержащих SO_4^{2-} и Cl^- -ионы в грунтовых и поверхностных водах. В результате повышенного содержания солей и интенсивного развития гидробионтов в водоёмах на многих ГРЭС наблюдается снижение вакуума в трубках конденсаторов и пережог топлива на сотни тысяч рублей в год [4].

В зоне избыточного увлажнения в Западной Лесостепи (Бурштынское водохранилище) и в Малом Полесье (Добротворское водохранилище) в водохранилищах-охладителях, как и в питающих их реках, формируются воды умеренной минерализации гидрокарбонатно-кальциевого состава. Вызываемое сбросом нагретых вод относительно небольшое испарение не оказывает существенного влияния на увеличение концентрации главных ионов [14].

На формирование химического состава воды водохранилищ-охладителей существенное влияние оказывают и атмосферные осадки, их количество и состав. Атмосферные осадки являются основным источником пополнения запасов вод суши. Ещё находясь в атмосфере, мельчайшие капли воды увлекают из воздуха различные вещества, источником которых служат промышленные загрязнения воздуха, особенно от сжигания угля, жидкого топлива, а также продукты вулканических извержений, оксиды азота, появляющиеся при грозовых разрядах. Таким образом, в состав дождевой воды входят N_2 , O_2 , CO_2 , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ . В среднем минерализация атмосферных осадков составляет $16,2 \text{ мг/дм}^3$, но может достигать и 200 мг/дм^3 . Кроме того, дождевые воды содержат микроорганизмы и пыль, в виде механических примесей [15].

Донные отложения также влияют на формирование химического состава вод водохранилищ. Можно выделить три основных аспекта их влияния на качество воды:

- а) влияние на тепловой режим водоёма;
- б) влияние на газовый режим;
- в) влияние на ионный состав воды и его изменение в течение года.

Так, Г.Н. Данилова [3] установила, что величина минерализации при воздействии дистиллированной воды на гранит за два года достигает 75 мг/дм³.

Из осадочных пород, составляющих дно водохранилища, наибольшее значение на химический состав воды имеют глины и пески. Глины способствуют созданию условий для поглощения и обмена ионами. Пески обогащают воду хорошо растворимыми солями. Промытые пески влияния на химический состав воды практически не оказывают [12].

Влияние донных отложений на формирование химического состава воды можно рассмотреть на примере водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС [6]. Основную часть его донных грунтов составляют кремний и алюминий. Это указывает на то, что в породах, составляющих грунты, преобладают алюмосиликатные минералы. Количество кальция в озёрной части водохранилища не превышает 49 % сухого грунта. Тенденция к прямолинейной связи между изменением количества кальция и неорганического углерода показывает, что основная часть кальция в донных грунтах водохранилища содержится в виде CaCO₃. При взаимодействии грунта с водой в водную вытяжку переходят ионы Ca²⁺ – 5,2; Mg²⁺ – 4,1; SO₄²⁻ – 28,6 % общей массы элемента в грунте. Судя по тесной взаимосвязи между количествами ионов Ca²⁺ и SO₄²⁻ – в донных грунтах и их вытяжках, авторы пришли к заключению, что основная часть кальция переходит в воду из грунтов в виде CaSO₄.

Однако, из сильно вымытых донных отложений в раствор переходит минимальное количество солей. В таких случаях влияние донных отложений не может быть решающим фактором проявления вертикальной стратификации, в частности, и формирования химического состава воды, в целом.

Прямое отношение к формированию химического состава вод имеет деятельность живых организмов и продукты их жизнедеятельности. Ярким примером этого служит водохранилище-охладитель Добротворской ГРЭС-1 [11]. Оно пополняется водой реки Западный Буг, загрязненной промышленными отходами. Загрязнённая вода смешивается с водой водохранилища и из неё выпадают крупные, средние и лёгкие фракции взвешенных веществ, т.е. вода подвергается интенсивному биологическому самоочищению. Повышение температуры воды в водохранилище на 3...5 °С улучшает его гидрохимический режим в результате интенсификации процессов самоочищения.

Из водоёмов Донецкого бассейна наименее засолены наливные водохранилища, питающиеся пресными водами р. Северный Донец – Ворошиловградское и Змиевское (890...1150 мг/дм³) и водохранилище-охладитель Криворожской ГРЭС (376,8...509,7 мг/дм³), питающиеся водами Днепра [10].

Довольно существенное влияние на формирование химического состава воды водохранилищ-охладителей оказывает такой фактор, как сезон и водность года. Весной обычно наблюдается снижение значений общей минерализации и содержания главных ионов в воде за счет таяния снега и льда, а также за счет паводков. Летом за счет интенсивного испарения идёт увеличение минерализации и содержания главных ионов. В зимний период изменение минерализации воды связано с образованием ледяного покрова.

Изучению химизма льда и подлёдной воды посвящено ряд работ. Так, П.П. Воронков [2] показал, что величина отношения минерализации льда к исходной воде составляет порядка 20 %. Г.А. Максимович и Р.В. Яценко [8] на основании сопоставления минерализации подледной воды и льда приходят к выводу, что минерализация льда изменяется в широких пределах: от 2,6 до 82,3 %. И.А. Печеркин и Э.А. Бурматова [13], изучая химический состав льда Воткинского и Камского водохранилищ послойно во многих пунктах по акватории, выявили значительное различие химического состава льда в разных пунктах водоёма, а также минерализации льда поверхностных и нижних слоев. М.Н. Тарасов и И.М. Кореновская [5] для разных классов искусственных и природных вод установили, что концентрация ионов во льду зависит от их концентрации в исходных водах. Ими выявлена связь концентрации ионов во льду с глубиной водоёма. Отмечено, что в процессе лёдообразования возрастает минерализация подлёдной воды. В момент лёдообразования в воде идут более сложные процессы, чем механический захват кристаллами льда. Вследствие этого, в частности, исходная гидрокарбонатно-кальцевая вода становится сульфатно-натриевой. Балансовые расчеты по главным шести ионам для воды Старо-Крымского водохранилища показали, что ежегодно зимой в период лёдообразования и лёдостава часть солей (ионов) выпадает из водной массы в виде солей [1].

Влияние деятельности человека на химический состав природных вод сказывается, главным образом, через изменение водного режима водоёмов. Ярким примером служит сооружение водохранилища-охладителя Литовской

ГРЭС [7]. Оно создано на основе р. Стрева, минерализация воды которой была в среднем 329 мг/дм^3 . Создание водохранилища обусловило уменьшение общей минерализации за счет паводковых вод (293 мг/дм^3) и вызвало несоответствие между изменением минерализации и гидрологической фазой р. Стрева, т.е. запоздалое уменьшение показателей минерализации вследствие имеющегося в чаше водохранилища запаса воды, объём которого больше годового стока р. Стрева. С уменьшением соотношения годового притока р. Стрева к ёмкости водохранилища по сравнению с таким соотношением до зарегулирования реки минерализация и содержание главных ионов (за исключением SO_4^{2-} -ионов) уменьшились. А среднее содержание ионов SO_4^{2-} , вследствие загрязнения атмосферы сернистым газом, а также в результате влияния других факторов, после сооружения Литовской ГРЭС увеличилось. По классификации О.А. Алекина вода относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция, второго типа.

Итак, формирование химического состава вод водохранилищ-охладителей – это сложный процесс, на который влияет целый ряд факторов. Факторы эти можно подразделить на две основные группы.

Первая группа – факторы, непосредственно влияющие на формирование химического состава вод водохранилищ-охладителей, т.е. те, которые могут непосредственно обогащать воду молекулами, ионами или выделять их из воды. К ним относятся, во-первых, почвы, с которыми соприкасается вода, породы и грунты, подстилающие почву. Во-вторых, живые организмы и, в-третьих, деятельность человека (сброс промышленных вод и др.).

Ко второй группе относятся факторы, косвенно влияющие на формирование химического состава вод водохранилищ-охладителей. Это климатические условия, сезон, водность года, дополнительное тепло, получаемое со сбросными водами и деятельность человека (регулирование водного режима и др.).

В настоящее время в качестве источников водоснабжения для блочных типов электростанций в большинстве случаев используются:

- 1) искусственно созданные водохранилища на больших реках, перегороденных плотинами;
- 2) наливные искусственные водоемы, образованные обвалованием местности;
- 3) озера;
- 4) большие речные водотоки в естественном состоянии, а также прибрежные акватории морей и океанов.

Тепловые электростанции или ГРЭС могут оказывать существенное влияние на изменение гидрохимического режима воды лишь при использовании первых трех типов водохранилищ.

В связи с выше изложенным, вопрос изучения гидрохимического режима водоемов-охладителей приобретает большое практическое и теоретическое значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова И.П. Некоторые особенности формирования химического состава озерного надледного льда в Центральной Якутии. В сб.: Наледи Сибири. – М.: Наука, 1969. – С. 42-48.
2. Воронков П.П. Гидрохимическая характеристика поверхностных вод Северо-Казахстанской области. В сб.: Ресурсы залежных земель. –Л.: Гидрометеиздат, 1960. – С. 7-9.
3. Данилова Г.Н. Взаимодействие воды с изверженными горными породами: Автореф. дис. ... канд. хим. наук – Л., 1967. – 16 с.
4. Коненко А.Д., Абремская С.И., Кутюренко В.М. Характеристика гидрохимического режима водоемов-охладителей ГРЭС Украины. В кн.: Гидрохимия и гидробиология водоемов охладителей тепловых электростанций СССР. – Киев: Наукова думка, 1981. – С. 57-73.
5. Кореновская И.М., Тарасов М.Н. К вопросу о формировании ионного состава и минерализации льда пресных вод при различных условиях // Гидрохимические материалы. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – Т. XL IV. – С. 19-28.
6. Лаумянскас Г.А. Гидротермический режим водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС // Теплоэнергетика и окружающая среда. – Вильнюс: Мокслас, 1991. – №1. – С. 126-137.
7. Лаумянскас Г.А., Снукишкис Ю.Ю. Режим ионного состава и общей минерализации воды водохранилища-охладителя Литовской ГРЭС. В кн.: Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. – Киев: Наук. думка, 1981. – С. 95-101.
8. Максимович Г.А., Яценко Р.В. Химический состав льда озер и прудов. В сб.: Химическая география и гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – Вып. 3(3). – С. 25-30.
9. Мартынова М.В., Виноградова Н.Н. Роль донных отложений в формировании качества воды озеровидного водоема. В кн.: Гидрохимические исследования поверхностных и подземных вод района Можайского водохранилища – М.: МГУ, 1987. – С. 61-64.

10. Наталюк Н.Т., Лазаренко Ю. И. Гидрохимическая характеристика охлаждающей воды гидроэлектростанций и мероприятия по предотвращению накипеобразования в конденсаторах турбин. В кн.: Гидротермические и химико-гидробиологические исследования охладителей циркуляционной воды тепловых электростанций. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 250-261.
11. Наталюк Н.Т., Шиманский Б.А. Гидрохимический режим водохранилища-охладителя Добротворской ГРЭС и реки Западный Буг. В кн.: Гидрохимия и гидробиология водоемов охладителей тепловых электростанций СССР. – Киев: Наук. думка, 1981. – С. 85-95.
12. Никаноров А.М. Гидрохимия. – СПб: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.
13. Печеркин И.А., Бурматова Э.А. О гидрохимии льда Камских водохранилищ. В сб. Химическая география и гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – Вып. 3(4). – С. 12-23.
14. Топачевский А.В., Пидгайко М.А. Цели и задачи гидробиологического исследования водоемов-охладителей тепловых электростанций. В кн.: Гидрохимия и гидробиология водоемов охладителей тепловых электростанций СССР. – Киев: Наук. думка, 1981. – С. 6-9.
15. Шишкина Л.А. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С. 38-41.

Поступила 18.11.2014

Геогр. ғылымд. докторы С.М. Романова
Канд. хим. наук О.И. Пономаренко

**АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕРДІҢ ШАРТТАРЫ БОЙЫНША
САЛҚЫНДАТҚЫШ-СУ АЙДАНДАРЫНДАҒЫ СУДЫҢ
ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ НЕГІЗГІ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ**

*Әр түрлі климаттық зоналардағы, сонымен қатар
Қазақстандағы салқындатқыш-су айдандарындағы судың химиялық
құрамы үрдіс бойынша зерттелген материалдар ұсынылып отыр.*