

ТРАНСФОРМАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ В ВОДОЕМАХ-ОХЛАДИТЕЛЯХ

Мостовая Н.М.

Украинский гидрометеорологический институт ГСЧС и НАН, Украина

По материалам экспериментальных и многолетних натуральных исследований на водоеме-охладителе Запорожской АЭС, а также по результатам физико-химического термодинамического моделирования исследовано влияние поступления дополнительного тепла на протекание основных физико-химических процессов, которые определяют трансформацию химического состава и качества воды в водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций.

Режим растворенного кислорода формируется в условиях постоянного искусственного подогрева, вследствие чего интенсифицируются физико-химические и гидробиологические процессы различной направленности: при аэрации воды и усилении фотосинтеза фитопланктоном вода обогащается кислородом, а при интенсификации биохимических процессов деструкции органического вещества и процессов окисления его содержание уменьшается. Повышение температуры воды также способствует выделению кислорода в атмосферу.

В условиях высокой тепловой нагрузки основное значение в формировании химического состава воды принадлежит процессу испарительного концентрирования, вследствие чего произошло значительное повышение минерализации воды, содержания главных ионов и изменился ионный состав воды. Наиболее ощутимым этот процесс был в период эксплуатации водоема в безпродувном режиме (1984–1993 гг.).

Повышение температуры воды привело к интенсификации разнонаправленных процессов. С одной стороны, вследствие испарительного концентрирования в водной среде происходило накопление в фазе раствора хорошо растворимых сульфатных и хлоридных солей натрия и калия ($NaCl$, KCl , Na_2SO_4 и др.), о чем свидетельствует значительное увеличение содержания в воде ионов Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , Cl^- . Вместе с этим в условиях повышенной температуры и испарительного концентрирования при высоких значениях pH воды происходил сдвиг равновесного состояния карбонатно-кальциевой системы в сторону образования слабо растворимых соединений карбоната кальция и выведение их из фазы раствора, вследствие чего содержание ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , являющихся составляющими

карбонатной системы, увеличивалось не так интенсивно. При физико-химических условиях, сложившихся в водоеме-охладителе, содержание растворенного кальция лимитируется состоянием карбонатно-кальциевой системы.

Увеличение содержания растворенных солей ухудшает качественные показатели охлаждающей воды. Подогрев воды в процессе охлаждения конденсаторов турбин вызывает смещение равновесия и выпадения малорастворимых солей на контурах охлаждающих поверхностей.

На протяжении безпродувного периода вследствие испарительного концентрирования, сдвига равновесного состояния карбонатно-кальциевой системы и периодического выведения карбоната кальция из фазы раствора произошла трансформация химического состава воды в водоеме. По сравнению с Каховским водохранилищем, вода которого по классификации А.А. Алекина по химическому составу относится к гидрокарбонатному классу группы кальция (C_{II}^{Ca}) и которое является источником заполнения и подпитки водоема-охладителя, вода в водоохладителе с гидрокарбонатной кальциевой (C_{II}^{Ca}) изменилась на гидрокарбонатную кальциево-натриевую ($C_{II}^{Ca,Na}$), далее – гидрокарбонатную натриевую (C_{II}^{Na}), сульфатную натриевую (S_{II}^{Na}), а в дальнейшем – на сульфатную натриево-магниевую ($S_{II}^{Na,Mg}$). После начала регулярных продувок вода в водоеме-охладителе по своему химическому составу постепенно приблизилась к воде Каховского водохранилища.

Результаты термодинамического моделирования показали, что в условиях подогретых вод в водоемах-охладителях более часто, чем в природных водных объектах, создаются условия для перенасыщения воды карбонатом кальция, что повышает накипеобразующую способность и ухудшает качество воды, а также влияет на эффективность работы системы охлаждения энергетических объектов.

Сезонная динамика биогенных элементов в водоеме-охладителе характеризуется отсутствием классической связи с сезонным развитием первопроductентов, которая нарушается изменением температурного режима.