

Введение Как известно качество питьевой воды, которая часто используется для плавательных бассейнов, сильно зависит от присутствия в ней различных загрязняющих веществ, попадающих от антропогенных и природных источников. Организм человека может быть подвергнут бактериальной инфекции через воду, что стимулирует возбудителей брюшного тифа, паратифа, дизентерии и токсикоинфекций и сальмонеллез. При попадании загрязненной воды в организм человека в нем начинают развиваться яйца таких гельминтов, как аскариды, острицы, которые продолжительное время могут сохранять жизнеспособность, благодаря внутренней полупроницаемой липидной оболочке, находящейся в скорлупе яиц. Дополнительное загрязнение воды повышает опасность негативного влияния на организм человека, так как наиболее часто используется, как источник питьевой воды, так и воды, используемой в объектах культурно-бытового назначения, в частности плавательных бассейнов [1].

Наиболее актуальной проблемой является также загрязнение источников водоснабжения химическими поллютантами, которые оказывают влияние на рост кишечных бактерий, их биохимию и жизнестойкость. Это приводит к повышению токсичности вод, что усугубляется наличием галогеносодержащих органических соединений, диоксинов, пестицидов, а также минеральных веществ.

Загрязнение водной среды галогенорганическими соединениями в основном определяется антропогенными источниками, которые попадают в окружающую среду в результате работы предприятий органического синтеза, гидролизных, целлюлозно-бумажных, деревообрабатывающих, коксохимических, лакокрасочных, фармацевтических производств, а также при хлорировании природных вод. Основными предшественниками этих токсичных веществ являются природные гуминовые и сульфокислоты. При водоподготовке плавательных бассейнов наиболее широко используется процесс хлорирования, в результате которого в воде образуются в основном тригалогенометаны, хлороформ, бромформ, дибромхлорметан в достаточно заметных концентрациях. В том случае, если исходная вода содержит бромиды или когда хлорирующий реагент загрязнен бромом, могут образовываться бромпроизводные метана. Кроме тригалогенометанов в хлорированных водах обнаруживаются хлорированные кетоны, хлорацетонитрилы, хлоруксусные кислоты, хлорал, хлорпикрин, хлорфенолы в достаточно заметных концентрациях [2]. На процесс образования этих загрязнителей влияет множество факторов, к числу которых относится природа органических веществ исходной воды, содержание элементарных брома и хлора, кислотность или щелочность среды, температура воды, концентрация хлорирующего реагента и продолжительность обработки, время года, метеорологические условия и другие факторы. В процессе водоподготовки плавательных бассейнов возможно также дальнейшее превращение галогенорганических соединений в более токсичные вещества. При этом, могут образовываться диоксины, которые обладают

широким спектром биологического действия на организм человека и животных. В малых дозах они вызывают мутагенный эффект, отличающийся кумулятивной способностью, ингибирующим и индуцирующим действием по отношению к некоторым ферментам живого организма. Комплексный характер действия диоксина на человека приводит к подавлению иммунитета, поражению внутренних органов и истощению организма. Диоксины относят к достаточно устойчивым веществам, не разрушаются при термическом воздействии и продолжительное время могут сохранять свое токсичное действие [3]. Диоксины относят к гетероциклическим полихлорированным соединениям, в структуре которых присутствуют два ароматических кольца, которые соединены между собой двумя кислородными мостиками. Диоксины обладают высокой липофильностью, т.е. способностью растворяться в органических растворителях и сорбироваться в жироподобных матрицах. Они обладают высокой адгезией к частям почвы, золы, донных отложениях, что способствует их накоплению и миграции в виде взвесей и комплексов с органическими веществами в водной среде, в том числе и ванне плавательных бассейнов. Как следует из вышеприведенного обзора, вода плавательных бассейнов достаточно сильно может быть загрязнена различными поллютантами. При этом гуминовые кислоты являются ответственными за образование летучих галогенорганических веществ, а сульфокислоты за образование хлоруксусных кислот. Как правило с увеличением рН воды от 5 до 9 содержание тригалогенметанов, в частности хлороформа, существенно возрастает, а концентрация хлоруксусных кислот, трихлорацетона, дихлорацетона, хлорникрина как правило уменьшается [4]. Исследование состава воды показало, что содержание продуктов хлорирования различных источников в количественном и качественном отношении варьируется в достаточно широких пределах [5]. Таким образом, качество воды плавательных бассейнов определяется как составом воды источника водоснабжения, так и разнообразием поступающих в нее минеральных и органических соединений. В результате химических и биохимических реакций в водной среде происходит дальнейшая деструкция и превращение первичных поллютантов в более токсичные соединения, опасные для здоровья человека. Эти реакции протекают более интенсивно при обеззараживании воды, в результате чего образуются новые более опасные соединения, что обуславливает актуальность вторичного загрязнения водной среды плавательного бассейна при их дезинфекции. Как правило, при традиционном режиме хлорирования воды плавательных бассейнов с использованием гипохлорита натрия и других быстро растворимых хлорсодержащих препаратов образуются тригалогенометаны, которые отличаются повышенной токсичностью для организма человека. Среди тригалогенметанов наиболее высокая концентрация наблюдается для хлороформа, содержание которого на три порядка выше концентрации других летучих галогенорганических соединений [6-7]. Кроме

того, в результате процесса хлорирования воды могут образовываться наряду с хлорсодержащими соединениями их бромсодержащие аналоги, например, бромдихлорметан и дибромхлорметан, предельно допустимые концентрации которых в семь раз выше чем для хлороформа [8]. Помимо легкокипящих галогенорганических соединений возможно вторичное загрязнение воды плавательных бассейнов такими высокотоксичными поллютантами как фенолы и хлорфенольные соединения. Низкомолекулярные фенолы могут образовываться из высокомолекулярных гуминовых и сульфокислот в процессе их микробиологической или гидролитической деструкции, которая протекает на стадии обеззараживания воды элементарным хлором [9]. Кроме того, в случае подачи воды в плавательный бассейн из водопроводной сети при конденсации двух любых молекул хлорфенолов могут образовываться диоксины.

Определение содержания примесных соединений в водной среде плавательных бассейнов относится к категории следового анализа. При этом для нормирования качества воды концентрация любого регламентируемого поллютанта должна быть сравнена с ПДК этого компонента или с его концентрацией в водной среде плавательного бассейна до сброса сточной воды. В этом случае с учетом того, что нижняя граница определяемой концентрации по сравнению с ПДК примерно на порядок меньше, то минимально определяемые содержание токсичных примесей при анализе воды, сбрасываемой в водоемы плавательных бассейнов, должна быть на уровне 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Поэтому к чувствительности методик анализа примесных соединений в водной среде плавательных бассейнов предъявляют достаточно жесткие требования, на которые следует вносить поправку с учетом фонового содержания токсичных компонентов [10].

В настоящее время эколого-аналитический контроль органических соединений различных веществ основан на их пробоподготовке, концентрировании и последующим определении физико-химическими методами аликвотной части нормируемых компонентов смеси концентрированного экстракта, что требует существенных затрат времени на пробоподготовку и проведение аналитического определения [2, 9].

Многовариантность оценки водной среды приводит к тому, что надежное заключение о ее качестве на основе полученной информации только о содержании в ней отдельных компонентов получить практически невозможно. Это обстоятельство делает необходимым поиск принципиально новых методологических подходов к анализу вод, который может заключаться в интегрированной оценке качественных показателей на основе анализа общего содержания компонентов и автоматизированного их определения инструментальными методами. При этом должны широко использоваться газохроматографические методы анализа, которые позволяют получать достоверную информацию о качественном и количественном составе индивидуальных компонентов воды плавательных бассейнов, особенно с

использованием селективных сорбентов [11]. Выводы Таким образом, экологическая безопасность плавательных бассейнов определяется наличием в водной среде различных поллютантов, концентрацию которых необходимо постоянно определять газохроматографическими методами анализа, на основе которого производить оптимальную дозировку химических реагентов.