

¹Мухитдинов А.М.,

²Аблайханова Н.Т.,

²Мирасбек Е.А.,

²Жапаркулова Н.И.

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Загрязнение природных вод основными видами загрязнителей. Пути и формы их миграции в поверхностных водах

¹Mukhitdinov A.M.,

²Abilaikhanova N.T.,

²Mirasbek Y.A.,

²Zhaparkulova N.I.

¹Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty

²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

Pollution of natural waters main types of pollutants. ways and forms of their migration to surface waters

¹Мухитдинов А.М.,

²Аблайханова Н.Т.,

²Мирасбек Е.А.,

²Жапаркулова Н.

¹Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Табиғи сулардың негізгі загрязнителимен ластануы. Олардың жер үсті суларындағы таралу жолдары және түрлері

В данной статье рассматриваются вопросы загрязнения поверхностных водоемов в результате хозяйственной деятельности человека. Показано, что загрязнение природных вод носит комплексный характер. Особо подчеркивается, что большой удельный вес в этом процессе занимает рассредоточенное (диффузное) загрязнение водных сред. Поступление загрязнителей от неточечных источников тесно связано с метеорологическими условиями, особенно с осадками в виде дождя и снега. Часто такие источники динамичны в пространстве и времени и трудно поддаются идентификации и мониторингу. В статье приводится обзор основных видов загрязнителей, поступающих в поверхностные воды. Приводится их краткая характеристика, пути и формы миграции, а также влияние на живые организмы. Постоянно растущая антропогенная нагрузка на водную среду требует постоянного контроля и мониторинга загрязнителей, присутствующих в ней. Это особенно важно для поверхностных водных источников, используемых для обеспечения нужд питьевого и хозяйственно-бытового назначения.

Ключевые слова: поверхностные воды, источник загрязнения, загрязнители, воздействие.

This article deals with the pollution of surface waters as a result of human activities. It is shown that the contamination of natural water is complex. It is emphasized that a large proportion of this process takes dispersed (diffuse) pollution of water environments. Release of pollutants from point sources is closely related to weather conditions, particularly with precipitation in the form of rain and snow. Often, these sources are dynamic in space and time and are difficult to identify and monitor. The article provides an overview of the main types of pollutants entering surface waters. Their brief characteristics, ways and forms of migration, and the impact on living organisms are described. The ever-growing human pressure on the aquatic environment requires constant control and monitoring of pollutants that are present in it. This is especially important for surface water sources used to meet the needs of drinking and household purposes.

Key words: surface water, polluter, pollutants, impact.

Бұл мақалада адам шаруашылығы қызметінің нәтижесінде жер үсті суларының ластану мәселелері қарастырылған. Табиғи сулардың ластану жолдары күрделі және комплексті түрде болатыны көрсетілген. Осы процестің үлкен үлесі диффузды (әртүрлі, көп нүктелік) ластануға жататыны баса көрсетілген. Ластағыш заттардың таралуы метеорологиялық жағдайларға тығыз байланысты, әсіресе жаңбыр мен қар жауын-шашындысымен бірге. Көбінесе, осындай ластану көздері уақыт пен кеңістікте динамикалық (бірқалыпты емес) жағдайда болады және бұларды анықтау мен бақылау қиынға соғады. Сондай-ақ, мегаполистердің әуе бассейнінің ластануы жер үсті суларының сапасының нашарлауына әкеліп соғады. Атмосфералық жауын-шашын құрамында минералды және органикалық қалқыма заттардың, әсіресе күкірттің қосындылары, көміртек, ауыр металдар, т.б. бар. Әсіресе, ірі қалаларда негізгі ауа ластаушы көздері болып жол-көліктері табылады. Оған қоса, органикалық және бейорганикалық ластаушы заттары бар қалалық ағынды сулар, өз кезегінде, шағын өзендер арқылы ірі өзендер мен су қоймаларына құяды. Мақалада суларды ластаушы негізгі антропогендік факторлардың түрлеріне жалпы шолу келтірілген. Оларға таралу жолдары мен түрлері және тірі ағзаларға әсер етуіне қысқаша сипаттама берілген. Жер үсті суларына әсер етуші артып келе жатқан антропогендік қысым ластаушы заттардың тұрақты бақылауда болуын талап етеді. Бұл ауыз су және тұрмыстық мақсаттарда пайдаланылатын жер үсті су көздері үшін ерекше маңызды болып табылады.

Түйін сөздер: жер үсті сулары, ластаушы заттар, ластану көздері, әсер ету.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ
ПРИРОДНЫХ ВОД
ОСНОВНЫМИ ВИДАМИ
ПОЛЛЮТАНТОВ.
ПУТИ И ФОРМЫ
ИХ МИГРАЦИИ
В ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОДАХ**

Загрязнение человеком гидросферы стало одной из самых актуальных и насущных проблем современной цивилизации. Дефицит водных ресурсов, используемых для хозяйственно-бытового обеспечения населения, особенно в регионах, малообеспеченных этим ресурсом, требует все более тщательного изучения данного вопроса с целью упреждения возможных негативных последствий как для человека в частности, так и для различных экосистем в целом.

Это загрязнение нельзя объяснить только деятельностью промышленных предприятий, которые направляют свои выбросы в реки и водоемы. Не менее интенсивно загрязняет природу и современное сельское хозяйство с его массовым содержанием скота, интенсивным внесением различных удобрений в почву и использованием средств защиты растений от вредителей. Эти удобрения и химические соединения попадают в грунтовые и поверхностные воды. Свой вклад в общее загрязнение вод также вносят бытовые сбросы [1].

Загрязнение природных вод носит комплексный характер. Как правило, при анализе количественного состава ингредиентов и показателей проб воды данного водного объекта обнаруживается, что по целому ряду веществ имеется превышение ПДК. Причем, некоторые примеси и показатели могут демонстрировать концентрации в десятки и сотни ПДК. В то же время по другим поллютантам превышение нормативов качества не отмечается [2].

Одним из главных факторов загрязнения водных сред является источник загрязнения, т.е. место с которого идет привнесение того или иного загрязняющего вещества (ЗВ). В природоохранном законодательстве в основном прописываются источники организованного сброса либо выброса. Этот так называемый сосредоточенный сброс (выброс) имеет статическое место в пространстве и времени, поддается учету и контролю. Еще его называют точечным источником. В основном это промышленные и сельскохозяйственные предприятия, а также очистные сооружения городских стоков.

С ужесточением природоохранного законодательства и совершенствованием технологий производства во многих развитых странах мира загрязнение водных объектов от точечных

источников стало отходить на второй план по сравнению с тем вкладом, который вносит рассредоточенное по водосборной территории (диффузное) загрязнение – так называемые *неточечные источники*. Зачастую, общая картина загрязнения рек, озер, водохранилищ сформирована именно неточечными источниками [3].

По мнению академика М.Г. Хубларяна, «невозможно получить исчерпывающее представление, откуда и как загрязняющие вещества поступают в водные объекты. Фактически не учитываются рассредоточенные источники загрязнения (сток с различных территорий, выпадение из атмосферы, загрязнение от водного транспорта и рекреаций), а также особо опасные аварийные и залповые сбросы» [4].

Здесь следует дать определение точечных и неточечных источников. Точечные источники относительно стабильны по расходу и концентрации сбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ. Количество сбрасываемых загрязнений практически не связано с изменением метеорологических параметров.

Неточечные источники динамичны, изменение их характеристик происходит через произвольные интервалы времени. Поступление поллютантов от источников тесно связано с метеорологическими условиями, особенно осадками. Часто источники не могут быть идентифицированы.

Не менее существенным источником загрязнения водоемов и водотоков являются бытовые (хозяйственно-фекальные) сточные воды. Они образуются в результате использования населением водопроводной воды для бытовых и хозяйственных целей с последующим спуском использованной воды в канализационную сеть. Бытовые сточные воды содержат физиологические выделения людей, отходы от мытья посуды, стирки белья, а также плотные отбросы (тряпье, бумагу, вату и пр.). По внешнему виду сточная вода является жидкостью с низкой прозрачностью, серого цвета с неприятным запахом. Для этих вод характерна насыщенность их яйцами гельминтов и бактериальной флорой, значительную долю которой составляют болезнетворные микроорганизмы.

Возрастающее загрязнение воздушного бассейна также вызывает ухудшение качества поверхностных вод. В атмосферных выпадениях содержатся минеральные, органические взвешенные вещества, прежде всего, соединения серы, углерода, некоторые тяжелые металлы и другие. Особенно сильно загрязнен воздух

в крупных городах, где основным загрязнителем является автомобильный транспорт. Один легковой автомобиль в течение суток может выбрасывать до 1 кг выхлопных газов, в составе которых содержится около 3% угарного газа, 0,6% оксида азота, 0,5% углеводов, 0,006% оксида серы, 0,004% альдегидов. В автомобильном топливе содержатся соединения свинца (тетраэтилсвинец), железо, мышьяк, никель и другие тяжелые металлы, которые попадают в воздух, а затем и в водные объекты.

Значительное загрязнение водоемов вызывают «кислотные» дожди, образующиеся в результате соединения в атмосфере диоксида серы с парами воды.

Кроме названных основных источников поступления загрязняющих веществ в водные объекты, следует указать такие, как городские ливневые стоки, утечки и потери нефтепродуктов и химикатов при транспортировке, воды шахт, рудников и другие [2, с. 59-60].

Основными загрязняющими веществами, поступающими диффузным путем в реки и водоемы, являются пестициды, токсические органические соединения, нетоксические органические соединения, тяжелые металлы, аммоний, хлор, биогенные вещества, взвешенные вещества, минерализованные воды, патогенные организмы, нефтепродукты.

Остановимся поподробнее на некоторых из них, на наш взгляд, имеющих быть место в условиях Казахстана.

Пестициды. Казахстан имеет огромные посевные площади, которые подвергаются обработке большим количеством химических веществ (ядохимикатов) для борьбы с вредителями. К одной из самых распространенных групп ядохимикатов относятся пестициды.

По мнению академика НАН РК А.О. Сагитова, защита растений от комплекса вредных организмов в Казахстане практически на 100 процентов осуществляется ядохимикатами. Практика применения пестицидов приводит к загрязнению открытых водоемов и подземных вод, почвы и атмосферы, и что не менее страшно, к возникновению устойчивых к пестицидам популяций вредителей и губительному воздействию ядохимикатов на природную экосистему [5].

К пестицидам относят химические вещества, применяемые для борьбы с различными вредными организмами: растительноядными клещами (акарициды), насекомыми (инсектициды), бактериями (бактерициды), высшими

растениями (гербициды), грибами (фунгициды), моллюсками (лимациды), круглыми червями (нематоциды), паразитическими червями у животных (антигельминты), тлей (афидид), личинками и гусеницами (ларвициды) и др.

В эту группу веществ обычно включают и антисептики, применяемые для предохранения неметаллических материалов от разрушения микроорганизмами, а также вещества, употребляемые для предуборочного удаления листьев с растений (дефолианты), вызывающие обезвоживание тканей растений, что ускоряет их созревание и облегчает уборку урожая (десиканты), предпосевную обработку семян (протравители семян) и др.

Пестициды подразделяются на два основных класса: хлорорганические и фосфорорганические. Хлорорганические пестициды представляют собой хлорпроизводные многоядерных углеводородов (ДДТ), циклопарафинов (гексахлорциклогексан), соединения диенового ряда (гептахлор), алифатических карбоновых кислот (пропанид) и др.

Важнейшей отличительной чертой большинства хлорорганических соединений является стойкость к воздействию различных факторов окружающей среды (температура, солнечная радиация, влага и др.) и нарастание концентрации их в последующих звеньях биологической цепи (например, содержание ДДТ в гидробионтах может превышать содержание его в воде на один, два порядка). Хлорорганические инсектициды обладают значительно большей токсичностью для рыб. Фосфорорганические пестициды представляют собой сложные эфиры: фосфорной кислоты диметилдихлорвинилфосфат (ДДВФ); тиофосфорной метафос, метилнитрофос; дитиофосфорной карбофос, рогор; фосфоновой хлорофос. Преимуществом фосфорорганических пестицидов является их относительно малая химическая и биологическая устойчивость. Большая часть их разлагается в растениях, почве, воде в течение одного месяца, но отдельные инсектициды и акарициды внутрирастительного действия (рогор, сейфос и др.) могут сохраняться в течение года.

Некоторые химические препараты могут действовать на вредные организмы только при непосредственном контакте (контактные пестициды). Для проявления действия такой препарат обязательно должен войти в непосредственное соприкосновение с объектом воздействия. Контактные гербициды должны, например,

иметь контакт со всеми частями уничтожаемого растения, в противном случае возможно отрастание сорных растений.

Контактные инсектициды в большинстве случаев проявляют свое действие при соприкосновении с любой частью тела насекомого. Системные пестициды способны передвигаться по сосудистой системе растения и в ряде случаев по сосудистой системе животного. Они часто оказываются более эффективными, чем препараты контактного действия. Механизм действия системных фунгицидов в большинстве случаев существенно отличается от такового для инсектицидов.

Если инсектициды поражают сосущих членистоногих в результате попадания яда в организм вредителя, то фунгициды в основном способствуют повышению устойчивости растения к данному виду заболевания.

Основным источником поступления пестицидов в водные объекты является поверхностный сток талых, дождевых и грунтовых вод с сельскохозяйственных угодий, коллекторно-дренажные воды, сбрасываемые с орошаемых территорий.

Пестициды также могут вноситься в водные объекты во время их обработки с целью уничтожения нежелательных водных растений и других гидробионтов, со сточными водами промышленных предприятий, производящих ядохимикаты, непосредственно при обработке полей пестицидами с помощью авиации, при небрежной транспортировке их водным транспортом и при хранении.

Несмотря на большой вынос стойких пестицидов в водную среду, содержание их в природных водах относительно невелико из-за быстрой кумуляции пестицидов гидробионтами и отложения в илах. Коэффициенты кумуляции (во сколько раз содержание химического вещества больше в гидробионте, чем в воде) составляют от 3-10 до 1000-500000 раз.

В поверхностных водах пестициды могут находиться в растворенном, взвешенном и сорбированном состояниях. Хлорорганические пестициды содержатся в поверхностных водах обычно в концентрациях $n \cdot 10^{-5}$ – $n \cdot 10^{-3}$ мг/дм³, фосфорорганические – $n \cdot 10^{-3}$ – $n \cdot 10^{-2}$ мг/дм³.

Пестициды, попадая в организм человека и накапливаясь там в больших количествах, приводят к развитию многих хронических заболеваний и острых отравлений, а также к увеличению количества врожденных аномалий развития и детской смертности [6].

Сумма минерального азота. Следующей группой распространенных поллютантов является так называемая *Сумма минерального азота*. Это сумма аммонийного, нитратного и нитритного азота.

Повышение концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывает на свежее загрязнение, в то время как увеличение содержания нитратов на загрязнение в предшествующее время.

Аммоний. Содержание ионов аммония в природных водах варьирует в интервале от 10 до 200 мкг/дм³ в пересчете на азот. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельхозугодий в случае использования аммонийных удобрений, а также сточные воды предприятий пищевой, коксохимической, лесохимической и химической промышленности. В стоках промышленных предприятий содержится до 1 мг/дм³ аммония, в бытовых стоках – 2-7 мг/дм³; с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г аммонийного азота (на одного жителя). При переходе от олиготрофных к мезо- и эвтрофным водоемам возрастают как абсолютная концентрация ионов аммония, так и их доля в общем балансе связанного азота.

Присутствие аммония в концентрациях порядка 1 мг/дм³ снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород. Признаки интоксикации – возбуждение, судороги, рыба мечется по воде и выпрыгивает на поверхность. Механизм токсического действия – возбуждение центральной нервной системы, поражение жаберного эпителия, гемолиз (разрыв) эритроцитов. Токсичность аммония возрастает с повышением pH среды.

Таблица 1 – Содержание аммония в водоемах с различной степенью загрязненности

Степень загрязнения (классы водоемов)	Аммонийный азот, мг/дм ³
Очень чистые	0,05
Чистые	0,1
Умеренно загрязненные	0,2-0,3
Загрязненные	0,4-1,0
Грязные	1,1-3,0
Очень грязные	>3

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесса загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

Нитраты. Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;

- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает 0,9-1 мг/дм³);

- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает 50 мг/дм³;

- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

В поверхностных водах нитраты находятся в растворенной форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная – в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта.

В воздействии на человека различают первичную токсичность собственно нитратона; вторичную, связанную с образованием нитритона, и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов. Смертельная доза нитратов для человека составляет 8-15 г; допустимое суточное потребление по рекомендациям ФАО/ВОЗ – 5 мг/кг массы тела.

Наряду с описанными эффектами воздействия немаловажную роль играет тот факт, что азот – это один из первостепенных биогенных (необходимых для жизни) элементов. Именно этим обусловлено применение соединений азота в качестве удобрений, но, с другой стороны, с этим связан вклад вынесенного с сельскохозяйственных земель азота в развитие процессов эвтрофикации (неконтролируемого роста биомассы) водоемов.

Так, с одного гектара орошаемых земель выносятся в водные системы 8-10 кг азота.

Нитриты. Нитриты представляют собой промежуточную ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов (нитрификация только в аэробных условиях) и, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака (денитрификация при недостатке кислорода). Подобные окислительно-восстановительные реакции характерны для станций аэрации, систем водоснабжения и собственно природных вод. Кроме того, нитриты используются в качестве ингибиторов коррозии в процессах водоподготовки технологической воды, и поэтому могут попасть и в системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Широко известно также применение нитритов для консервирования пищевых продуктов.

Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления NO_2 в NO_3 , что указывает на загрязнение водного объекта, т.е. является важным санитарным показателем.

В соответствии с требованиями глобальной системы мониторинга состояния окружающей среды (ГСМОС/GEMS) нитрит-и нитрат-ионы входят в программы обязательных наблюдений за составом питьевой воды и являются важными показателями степени загрязнения и трофического статуса природных водоемов. Следующим распространенным поллютантом водных объектов являются нефтепродукты [6].

Углеводороды (нефтепродукты). Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Нефть и продукты ее переработки представляют собой чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь веществ (низко- и высокомолекулярные предельные, непредельные алифатические, нафтоновые, ароматические углеводороды, кислородные, азотистые, сернистые соединения, а также ненасыщенные гетероциклические соединения типа смол, асфальтенов, ангидридов, асфальтовых кислот). Понятие «нефтепродукты» в гидрохимии условно ограничивается только углеводородной фракцией (алифатические, ароматические, алициклические углеводороды).

Большие количества нефтепродуктов поступают в поверхностные воды при перевозке нефти водным путем, со сточными водами предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и

других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами. Некоторые количества углеводов поступают в воду в результате прижизненных выделений растительными и животными организмами, а также в результате их посмертного разложения.

В результате протекающих в водоеме процессов испарения, сорбции, биохимического и химического окисления концентрация нефтепродуктов может существенно снижаться, при этом значительным изменениям может подвергаться их химический состав. Наиболее устойчивы ароматические углеводороды, наименее – n -алканы.

Нефтепродукты находятся в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, в виде пленки на поверхности воды. Обычно в момент поступления масса нефтепродуктов сосредоточена в пленке. По мере удаления от источника загрязнения происходит перераспределение между основными формами миграции, направленное в сторону повышения доли растворенных, эмульгированных, сорбированных нефтепродуктов.

Количественное соотношение этих форм определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления нефтепродуктов в водный объект, расстояние от места сброса, скорость течения и перемешивания водных масс, характер и степень загрязненности природных вод, а также состав нефтепродуктов, их вязкость, растворимость, плотность, температура кипения компонентов. При санитарно-химическом контроле определяют, как правило, сумму растворенных, эмульгированных и сорбированных форм нефти. Содержание нефтепродуктов в речных, озерных, морских, подземных водах и атмосферных осадках колеблется в довольно широких пределах и обычно составляет сотые и десятые доли мг/дм^3 .

Неблагоприятное воздействие нефтепродуктов сказывается различными способами на организме человека, животном мире, водной растительности, физическом, химическом и биологическом состоянии водоема.

Входящие в состав нефтепродуктов низкомолекулярные алифатические, нафтоновые и особенно ароматические углеводороды оказывают токсическое и, в некоторой степени, наркотическое воздействие на организм, поражая сердечнососудистую и нервную системы. Наибольшую опасность представляют полициклические конденсированные углеводо-

роды типа 3,4-бензапирена, обладающие канцерогенными свойствами.

В присутствии нефтепродуктов вода приобретает специфический вкус и запах, изменяется ее цвет, pH, ухудшается газообмен с атмосферой [6].

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). СПАВ представляют собой обширную группу соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным классам. Эти вещества способны адсорбироваться на поверхности раздела фаз и понижать вследствие этого поверхностную энергию (поверхностное натяжение).

В зависимости от свойств, проявляемых СПАВ при растворении в воде, их делят на анионоактивные вещества (активной частью является анион), катионоактивные (активной частью молекул является катион), амфолитные и неионогенные, которые совсем не ионизируются.

В водные объекты СПАВ поступают в значительных количествах с хозяйственно-бытовыми (использование синтетических моющих средств в быту) и промышленными сточными водами (текстильная, нефтяная, химическая промышленность, производство синтетических каучуков), а также со стоком с сельскохозяйственных угодий (в качестве эмульгаторов входят в состав инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и дефолиантов).

Главными факторами понижения их концентрации являются процессы биохимического окисления, сорбция взвешенными веществами и донными отложениями. Степень биохимического окисления СПАВ зависит от их химического строения и условий окружающей среды.

При значительном накоплении СПАВ в донных отложениях в аэробных условиях происходит окисление микрофлорой донного ила. В случае анаэробных условий СПАВ могут накапливаться в донных отложениях и становиться источником вторичного загрязнения водоема.

В поверхностных водах СПАВ находятся в растворенном и сорбированном состоянии, а также в поверхностной пленке воды водного объекта. Попадая в водоемы и водотоки, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно. Отрицательным, с гигиенической точки зрения, свойством ПАВ

является их высокая пенообразующая способность. Хотя СПАВ не являются высокотоксичными веществами, имеются сведения о косвенном их воздействии на гидробионтов. При концентрациях 5-15 мг/дм³ рыбы теряют слизистый покров, при более высоких концентрациях может наблюдаться кровотечение жабр [6].

Тяжелые металлы и металлоид. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

Термин «тяжелые металлы», характеризующий широкую группу загрязняющих веществ, получил в последнее время значительное распространение. В различных научных и прикладных работах авторы по-разному трактуют значение этого понятия. В связи с этим количество элементов, относимых к группе тяжелых металлов, изменяется в широких пределах. В качестве критериев принадлежности используются многочисленные характеристики: атомная масса, плотность, токсичность, распространенность в природной среде, степень вовлеченности в природные и техногенные циклы. В некоторых случаях под определение тяжелых металлов попадают элементы, относящиеся к хрупким (например, висмут) или металлоиды (например, мышьяк).

В работах, посвященных проблемам загрязнения окружающей природной среды и экологического мониторинга, на сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Менделеева с атомной массой свыше 50 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, O, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др.

Ионы металлов являются непрременными компонентами природных водоемов. В зависимости от условий среды (pH, окислительно-восстановительного потенциала, наличия лигандов) они существуют в разных степенях окисления и входят в состав разнообразных неорганических и металлоорганических соединений, которые могут быть истинно растворенными, коллоидно-дисперсными или входить в состав минеральных и органических взвесей.

Источниками загрязнения вод тяжелыми металлами служат сточные воды гальванических цехов, предприятий горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий [6].

Среди абиотических факторов водной среды, влияющих на физиологическую активность, в том числе степень токсичности ионов металлов, можно выделить следующие: адсорбция на взвешенных частицах и гидроксидах железа и марганца, образование малорастворимых неорганических соединений (например, сульфидов, фосфатов, карбонатов и др.) и их выпадение из толщи водной массы в осадок, окисление металлов, обладающих несколькими степенями окисления в зависимости от pH и Eh воды (например, Fe, Mn, Си др.), поглощение и захоронение ионов металлов донными отложениями водоемов, pH , жесткость и щелочность воды, гидролиз и комплексобразование в условиях природных вод и некоторые другие. Рассмотрим экологическое значение некоторых видов тяжелых металлов.

Свинец. Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде, в том числе в поверхностных водах, обусловлено его широким применением в промышленности. Одним из серьезных источников загрязнения поверхностных вод соединениями свинца является сжигание углей, применение тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в автомобильном топливе, а также вынос в водоемы со сточными водами горных – металлургических предприятий, химических производств и др.

Свинец (Pb) является одним из сильных токсикантов для живых организмов. Длительное потребление вод даже с низким содержанием этого металла – одна из причин острого и хронического заболевания. Способность заменять кальций в костях – одно из наиболее коварных последствий действия неорганических соединений свинца. Установлено также, что свинецорганические соединения типа алкилпроизводных проявляют повышенную токсичность для живых организмов [7].

Тетраэтилсвинец. Тетраэтилсвинец поступает в природные воды в связи с использованием в качестве антидетонатора в автомобильном топливе водных и наземных транспортных средств, а также с поверхностным стоком с городских территорий. Данное вещество характеризуется высокой токсичностью, обладает кумулятивными свойствами. Содержание тетраэтилсвинца в воде водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения не допускается.

Мышьяк. В природные воды мышьяк поступает из минеральных источников, районов мышьяковистого оруднения (мышьяковый кол-

чедан, реальгар, аурипигмент), а также из зон окисления пород полиметаллического, медно-кобальтового и вольфрамового типов. Некоторое количество мышьяка поступает из почв, а также в результате разложения растительных и животных организмов. Значительные количества мышьяка поступают в водные объекты со сточными водами обогатительных фабрик, отходами производства красителей, кожевенных заводов и предприятий, производящих пестициды, а также с сельскохозяйственных угодий, на которых применяются пестициды.

В природных водах соединения мышьяка находятся в растворенном и взвешенном состоянии, соотношение между которыми определяется химическим составом воды и значениями pH . В растворенной форме мышьяк встречается в трех- и пентавалентной форме, главным образом в виде анионов. Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для организма животных и человека: они тормозят окислительные процессы, угнетают снабжение кислородом органов и тканей.

Ртуть. В поверхностные воды соединения ртути могут поступать в результате выщелачивания пород в районе ртутных месторождений (киноварь, метациннабарит, ливингстонит), в процессе разложения водных организмов, накапливающих ртуть. Значительные количества поступают в водные объекты со сточными водами электролизных производств, предприятий, производящих красители, пестициды, фармацевтические препараты, некоторые взрывчатые вещества. Тепловые электростанции, работающие на угле, выбрасывают в атмосферу значительные количества соединений ртути, которые в результате мокрых и сухих выпадений попадают в водные объекты.

Понижение концентрации растворенных соединений ртути происходит в результате извлечения их многими морскими и пресноводными организмами, обладающими способностью накапливать ее в концентрациях, во много раз превышающих содержание ее в воде, а также в результате процессов адсорбции взвешенными веществами и донными отложениями.

В поверхностных водах соединения ртути находятся в растворенном и взвешенном состоянии. Соотношение между ними зависит от химического состава воды и значений pH . Взвешенная ртуть представляет собой сорбированные соединения ртути. Растворенными формами являются недиссоциированные молекулы, комплексные органические и минеральные соединения. В во-

де водных объектов ртуть может находиться в виде метилртутных соединений. Соединения ртути высокотоксичны, они поражают нервную систему человека, вызывают изменение слизистой оболочки, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта, изменения в крови и др. Бактериальные процессы метилирования направлены на образование метилртутных соединений, которые во много раз токсичнее минеральных солей ртути. Метилртутные соединения накапливаются в пищевых цепях (например, фитопланктон-зоопланктон-рыба) и могут попадать в организм человека [6, с. 55-57].

Даже краткий обзор некоторых загрязняющих веществ, поступающих в поверхностные

воды, показывает, что этот список очень большой, причем как по элементному составу, так и в виде огромного числа различных соединений. Постоянно растущая антропогенная нагрузка на водную среду требует постоянного контроля и мониторинга поллютантов, присутствующих в ней. Это особенно важно для водных источников, используемых для обеспечения нужд питьевого и хозяйственно-бытового назначения.

Также загрязненные водные источники негативно сказываются на прилегающих экосистемах, тесно связанных с ними. Необходимо постоянно повышать экологическую грамотность населения, особенно в населенных пунктах, вынужденных использовать питьевую воду из открытых источников.

Литература

- 1 Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: пер. с нем. – М.: Мир, 199. – С. 98.
- 2 Калинин В.М. Экологическая гидрология: учебное пособие. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2008. – С. 96.
- 3 Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор / СО РАН. ГПТНБ. Ин-т водных и экологических проблем. – Барнаул: День, 2000. – С. 3.
- 4 Хубларян М.Г. Современное состояние природных вод суши и связанные с ним экологические проблемы // Глобальные экологические проблемы на пороге XXI века: Материалы науч. конф., посвященной 85-летию акад. А.Л. Яншина. – М.: Наука, 1998. – С. 87-98.
- 5 <http://kazakh-zerno.kz/novosti/agrarnye-novosti-kazakhstana/203707-kazakhstan-vmesto-pestitsidov-entomofagi-uchenyj>
- 6 Гусева Т.В., Молчанова Я.Л., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Аверочкин Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы, Эколайн, 2000. – С. 76-77.
- 7 Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водоемах. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. – С. 60.

References

- 1 Fellenberg G. Zagrjaznenie prirodnoj sredy. Vvedenie v jekologicheskiju himiju: Per. s nem. – M.: Mir, 199. – S. 98.
- 2 Kalininje V.M. Kologicheskaja gidrologija: Uchebnoe posobie. – Tjumen': Izdatel'stvo Tjumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. Str.96
- 3 Mihajlov S.A. Diffuznoe zagrjaznenie vodnyh jekosistem. Metody ocenki i matematicheskie modeli: Analiticheskij obzor / SO RAN. GPTNB. In-t vodnyh i jekologicheskij problem. – Barnaul: Den', 2000. – S. 3.
- 4 Hublarjan M.G. Sovremennoe sostojanie prirodnyh vod sushi i svjazannye s nim jekologicheskie problemy // Global'nye jekologicheskie problemy na poroge XXIveka: Materialy nauch. konf., posvjashhennoj 85-letiju akad. A.L. Janshina. – M.: Nauka, 1998. – S. 87-98.
- 5 <http://kazakh-zerno.kz/novosti/agrarnye-novosti-kazakhstana/203707-kazakhstan-vmesto-pestitsidov-entomofagi-uchenyj>
- 6 Guseva T.V., Molchanova Ja.L., Zaika E.A., Vinichenko V.N., Averochnik E.M. Gid-rohimicheskie pokazateli sostojanija okruzhajushhej sredy. Spravochnye materialy, Jekolajn, 2000. – S. 76-77.
- 7 Linnik P.N., Nabivanec B.I. Formy migracii metallov v presnyh poverh-nostnyh vodoemah. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. – S. 60.