

быстрее, по сравнению с первым, что говорит о существенном повышении мощности топочного устройства.

Максимальная загрузка топки топливом не была достигнута, в связи с этим необходимо продумать конструкцию питателя для увязки скорости подачи топлива со скоростью его выгорания.

В процессе работы топочного устройства наблюдался большой унос золы и частиц топлива в дымовую трубу. Это является вопросами конструкторской проработки.

УДК 628.16+18

Левчук Н.В., Строкач П.П.

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДЕНИТРИФИКАЦИИ ВОДЫ

Одним из источников поступления азота в окружающую среду являются азотсодержащие удобрения, городские и промышленные отходы. Значительная их часть сбрасывается в поверхностные воды. Даже будучи очищенными, эти отходы обуславливают значительное загрязнение водоемов, поскольку в процессе очистки удаляется меньше половины всего азота. В сточных водах водоотводящих сооружений ионы аммония могут подвергаться быстрому превращению в нитраты и мигрировать на некоторые расстояния от отстойника. Осадок из очистных сооружений также является существенным источником загрязнения азотом [1].

Значительная часть загрязняющих веществ, содержащих оксиды азота, поступает в окружающую среду от передвижных источников, объектов энергетики и промышленных предприятий. Так, выбросы оксидов азота от стационарных источников на территории Беларуси за 1998 год составили 50,6 тыс. т. В результате трансграничного загрязнения воздуха суммарное выпадение нитратов (в пересчете на азот) составило 47,4 тыс. т., а ионов аммония - 150,8 тыс. т. [2]

Загрязнение водной среды соединениями азота происходит при удалении твердых бытовых и производственных отходов в отвалы и на свалки, производствами по переработке топлива, предприятиями пищевой промышленности, нефтеперерабатывающими заводами [1].

Азотсодержащие вещества чаще воздействуют на человека через воду. Их присутствие резко ухудшает качество природной питьевой воды, ее органолептические и бактериологические показатели. По мнению некоторых исследователей с употреблением загрязненной воды может быть связано от 30 до 50 % случаев новообразований. Приводятся расчеты, в соответствии с которыми потребление речной воды (по сравнению с водой подземных источников) может привести к увеличению этих заболеваний на 15 %. При поступлении больших доз нитритов в организм человека наблюдается накопление метгемоглобина. При количествах метгемоглобина в крови до 25% отмечается частичное кислородное голодание тканей, при 65-70% - наступает смерть [3]. Наиболее часто подвергаются заболеванию метгемоглобинемией дети грудного возраста.

Поступление нитратов в организм человека происходит с потреблением продуктов питания и воды. Считается, что до 70-80 % нитратов, поступающих в организм первоначально,

В ротере использовались двойные лопасти, в зазор между которыми подавался воздух, поступающий на горение за счет естественной тяги, обеспечивающий достаточное охлаждение лопастей.

Экспериментальное опробование подтвердило правильность подхода к анализу данного процесса, и доказало возможность сжигания в топке низкосортного твердого топлива (опилки, древесные отходы, кора, и т.д.).

содержится в продуктах питания растительного происхождения, доля нитратов водного происхождения обычно существенно меньше. Однако установлено, что нитраты воды в среднем в 1,5 раза токсичнее нитратов, содержащихся в растительной пище. В случае повышенного содержания нитратов в воде именно они составляют основную часть нитратной нагрузки на организм человека. Реальная нагрузка существенно зависит от характера питания и количественного содержания нитратов в воде и достигает в ряде случаев 500-600 мг/чел в сутки. Для взрослого человека допустимая суточная доза нитратов принята 300-325 мг/чел [4]. Для детей - рассчитывается исходя из 5 мг нитратов на 1 кг массы тела. Из табл. 1 видно, что эта доза иногда превышает и может приводить к неблагоприятным для здоровья населения последствиям.

В последние годы появились исследования ученых, которые существенно дополнили представление о спектре биологического воздействия нитратов на организм человека: нарушение функций ферментных систем, действие на функции центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, нарушение иммунного статуса.

Негативное влияние нитратов очевидно и при использовании воды в производстве ряда пищевых продуктов. В дрожжевой промышленности содержание нитратов в воде в концентрации 0,02 % прекращает развитие дрожжей. В пивоваренном производстве при изготовлении солода большие концентрации нитритов и

Таблица 1

Суммарная суточная нагрузка нитратами на сельское население в зависимости от их содержания в воде в различное время года.

Характеристика источников водоснабжения	Содержание NO ₃ ⁻ /чел, мг в разные периоды года			
	лето	осень	зима	весна
Источники, не загрязненные нитратами	101	95	90	100
Загрязнение источников не превышает гигиенических нормативов	218	140	145	217
Загрязнение источников превышает гигиенические нормативы	335	185	180	334

Левчук Наталья Владимировна. Аспирант каф. инженерной экологии и химии.

Строкач Петр Павлович. Профессор, зав. каф. инженерной экологии и химии.

Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.

нитратов задерживают развитие дрожжей и отрицательно сказываются на вкусе пива. В сахарном производстве сульфаты, хлориды и, особенно, нитраты затрудняют кристаллизацию сахара. [5]

Загрязнение водоемов азотсодержащими веществами значительно препятствует, а иногда делает невозможным использование их в питьевых целях. Для решения проблемы качественного питьевого водоснабжения необходим строгий контроль за содержанием азотсодержащих веществ и накоплением в природных источниках.

Рост содержания азотсодержащих соединений происходит повсеместно. В России в 1997 году в водные объекты сброшено 106,9 тыс. тонн азота, находящегося в составе сточных вод [6]. С учетом достигнутой степени очистки от населения в 250 млн. человек в составе сточных вод накапливается 750 тыс. тонн азота [7].

Ряд наблюдений показывает, что постепенно ухудшается качество грунтовых вод. Это связано с нарушением норм охраны водозаборных сооружений и, в первую очередь, с их размещением в зонах влияния промышленного производства. На некоторых скважинах зафиксировано периодическое или устойчивое превышение ПДК отдельных компонентов, особенно аммонийного азота и нитратов. Наиболее загрязнены грунтовые воды, используемые для водоснабжения сельских населенных пунктов. Содержание нитратов в них достигает 500-1000 мг/л, что в 10-12 раз выше ПДК [8]. По Брестской области средний уровень загрязнений нитрат-ионами составляет 36,6 мг/л [9]. По данным гидрологической службы Министерства природных ресурсов России, ухудшение качества подземных вод в 1996 г. отмечено на 150 водозаборах производительностью более 1 тыс. м³/сутки, используемых для водоснабжения 70 городов [10]. Среди наиболее часто встречающихся загрязнений - азотистые соединения.

Проблема накопления азотсодержащих веществ в водных объектах остается актуальной для многих стран мира. По мнению членов немецкого общества охраны вод (VOG), загрязнение подземных вод нитратами не только не проявляет тенденции к снижению, но и будет возрастать [11].

Согласно проведенному в 1990 г. обследованию систем водоснабжения в Румынии в 2474 населенных местностях содержание нитратов при санитарно-гигиеническом нормативе 50 мг/л в 7% воды составило более 220 мг/л., а еще в 19% между 45 - 100 мг/л [12].

В США в течение 6 лет проводились наблюдения за содержанием NO₃⁻ в стоках с площади 220 га. Концентрация NO₃⁻ увеличилась от следов обнаружения компонента в 1975 году до 7,5 мг- экв./л в 1990 году [13].

В Беларуси большинство городских и хозяйственных объектов оснащены очистными сооружениями, мощность которых в 1992 году составила 1,2 км³, однако вследствие перегрузки, износа оборудования, а также несоответствия технологий производства и очистки многие из них работают недостаточно эффективно. Многие сельские населенные пункты нуждаются в улучшении инженерного благоустройства, в них отсутствуют централизованные системы водоснабжения, сбора и отвода сточных вод. В результате в водоемы поступает 400 тыс. т. сульфатов, 800 тыс. т. нефтепродуктов, 800 тыс. т. хлоридов [14].

Анализ гидрохимических балансов по основным рекам Республики Беларусь свидетельствует о том, что в большинстве случаев более 50 % общего объема поллютантов, содержащихся в поверхностных водных объектах (азот аммонийный, нитритный, нитратный и др.) обусловлены действием рассредоточенных и неконтролируемых источников загрязнения [15];

сельскохозяйственной деятельностью; смывами с неканализованных территорий животноводческих комплексов и населенных мест, лесохозяйственной деятельностью.

В таблице 2 представлены данные о трансграничном загрязнении воздуха оксидами азота на территории Беларуси в тыс. тонн в год [16].

Таблица 2

Выбросы оксидов азота при трансграничном загрязнении воздуха на территории Беларуси (в тыс. тонн в год)

Вещество	Годы					
	1985	1985	1990	1995	1997	1998
Оксиды азота	230	238	281	195,376	188,5	163,6
в том числе:						
от пром. предприятий	86	84	101	54,642	52,4	50,6
от транспорта	144	154	180	140,794	136,1	113

Данные “ Экологических бюллетеней ” с 1992 г. по 1995 гг. показывают, что периодическое, либо постоянное загрязнение большинства рек нашей республики азотсодержащими веществами ежегодно возрастает. В 1992 г. по сравнению с предыдущим годом происходило увеличение загрязнения аммонийным азотом реки Западная Двина. Среднегодовые концентрации его в 3-4 раза превышали рыбохозяйственные ПДК. Наблюдались случаи высокого загрязнения нитритным азотом с концентрациями в 10-19 раз выше ПДК реки Неман [17]. Самые максимальные концентрации загрязняющих веществ в 1994 г. зарегистрированы в воде реки Свислочь: содержание азота аммонийного наблюдалось до 15-16 ПДК, азота нитритного до 35 ПДК [18]. В бассейне Западной Двины в 1995 г. зафиксированы случаи загрязнения нитритным азотом с концентрациями в 10-15 раз выше ПДК. Установлено 17 случаев загрязнения нитритным азотом с концентрациями от 10 до 35 ПДК и в бассейне реки Днепр. Большое количество азотсодержащих веществ поступает в водоемы со сточными водами (таблица 3).

Мониторинг подземных вод осуществляется в Республике Беларусь на 194 режимных геологических постах, включая 1510 скважин, пробуренных на все основные водоносные горизонты.

Увеличение и накопление азотсодержащих соединений в природных водах нашей республики и за ее пределами требует улучшения качества питьевой воды, применения прогрессивных и экономичных методов водоподготовки. Использование аэрации, отстаивания, фильтрования через песчано-гравийную загрузку является недостаточно эффективным. Для удаления аммонийного азота, нитратов и нитритов из природной воды используются окислительные, сорбционные и ионообменные методы. Сорбционные методы наиболее надежны по сравнению с окислительными, поскольку основаны на извлечении загрязняющих веществ из воды. Однако сорбцию, например, на активированных углях нельзя считать универсальным методом, поскольку амины ими не задерживаются [3]. Для удаления нитритов из природных и сточных вод в качестве сорбента применяется сферический азотсодержащий уголь СКН. Степень очистки составляет 81-83 % в динамических и 70-80 % в статических условиях [19]. Из 14-ти исследованных сорбционных и ионообменных материалов наиболее эффективно удаляют аммиак из воды клиноптилолит и катионит КУ-1, эффект очистки которых составляет 96,6-98% [20]. Для воды, содержащей небольшое количество ионов NO₂⁻, NO₃⁻ используются ионообменные фильтры [21,22]. Загрузка таких

Таблица 3
Сброс азотсодержащих веществ в составе сточных вод в реки Республики Беларусь.

Загрязняющие вещества	В реках					
	Неман	Западная Двина	Западный Буг	Днепр	Березена	Припять
Азот аммоний, тонн	773,85	148,47	13,68	4054,84	2402,11	370,55
Нитриты, тонн	23,05	30,49	0,42	116,15	17,17	37,17
Нитраты, тонн	788,75	1289,19	1,50	2498,82	1020,49	622,04

фильтров зависит от характера извлекаемых ионов. Недостаток сорбционных и ионообменных методов- периодическое насыщение сорбентов загрязнениями, прекращение сорбции и ионообмена, а также высокая стоимость применяемых материалов. Кроме того, к адсорбентам и ионитам предъявляются строгие санитарно-гигиенические требования. Они не должны содержать в своем составе соединений мышьяка, фтора, ртути, свинца, радиоактивных веществ и не должны служить источником накопления патогенных бактерий и вирусов [23]. При необходимости удаления из воды ионов NH_4^+ предпочтение отдается биохимическим методам.[24,25].

Наряду с сорбционными, ионообменными, биохимическими методами очистки воды получили развитие электрохимические: электрокоагуляция, электрофлотация, электродиализ, электроосмос и другие. Установки по реализации этих методов достаточно компактны, они просты в управлении и эксплуатации, легко автоматизируются. При электрообработке, как правило, не увеличивается солевой состав воды, иногда исключается образование осадков или значительно уменьшается их количество. Электрообработка при правильном сочетании с другими способами позволяет успешно очищать природные и сточные воды. Важным технологическим аспектом на пути широкого использования электрохимических методов для целей водоочистки является проблема поиска новых дешевых и доступных электродных материалов, удовлетворяющих одновременно требованиям высокой активности, селективности, химической устойчивости и экономии [26,27].

Предварительные исследования, выполненные на кафедре инженерной экологии и химии в Брестском политехническом институте, показали, что электрохимический метод очистки воды от азотсодержащих соединений достаточно эффективен. Однако для разработки технологии удаления этих соединений из природных вод требуется дальнейшее исследование влияния физико-химических, электрических, гидродинамических и других факторов как на процесс образования коллоидных гидроксидов металлов, так и на удаление из воды загрязнений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гигиенические критерии состояния окружающей Среды: Совместное издание Программы ООН по окружающей среде. № 5. Нитраты, нитриты и Н-нитрозосоединения.1981.- 25с.
2. Состояние природной Среды Беларуси: Экологический бюллетень 1998 г./ Под ред. В.Ф. Логинова. - Мн.: Минсктиппроект, -1999. -203 с.

3. Майский В.В., Муратов В.К. Фармакология и рецептура: Учебник для учащихся мед. училищ.- М.: Медицина, 1986.- 177с.
4. Ильницкий А.П., Королев А.А., Худoley В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1993.- 13,18,187с.
5. Вода и сточные воды в пищевой промышленности: Пер. с пол./ Под ред. к.т.н. В.М. Каца. - М.: Пищевая промышленность, 1972 г.-121с.
6. Михеев Н.И. Водные ресурсы как база питьевого водоснабжения / ВиСТ. – 1998. № 4. - с10.
7. Шевцов Н.М. Внутриводная очистка и утилизация сточных вод. - М.: ВО “Агропромиздат”, 1988.- 5с.
8. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 1995 г. - Минск: АН Беларуси. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. 1996. - 28 с.
9. Антропогенные загрязнения окружающей среды территории Беларуси и Брестской области. Часть 2. Брестский областной комитет по экологии. БрГУ. 1997. - 15 с.
10. Эльпинер Л.И. Современные проблемы качества подземных источников водоснабжения / ВиСТ, 1998 N 4, с 22.
11. Снижение загрязнения нитратами. РЖГ 1994 г. 3Е16 Нем.
12. Программа действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы. Нитраты в питьевой воде в Румынии. 1994.- 78с.
13. Выявление насыщения азотом территорий в системе передовых возвышенностей Колорадо. РЖГ 1994 г. 7Е24 Англ.
14. Экологическая ситуация в Республике Беларусь 1992-1993 гг. Справочно-статистический сборник. - Минск : БелНИИЦЕНТР «Экология»,1994.- 41с.
15. Щербаков Г.А. Рассредоточенные источники загрязнения поверхностных вод: проблемы и перспективы. /Водные ресурсы. - Минск, 1998, №4, с 33.
16. Справочно-статистические материалы о состоянии окружающей Среды и природоохранной деятельности в республике Беларусь. На 1 января 1999г. - Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей Среды республики Беларусь, 1999.- 76 с.
17. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 1992 г. - Минск: АН Беларуси. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь,1993.- 43 с.
18. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 1993-1994 г. - Минск АН Беларуси. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь,1995.- 36 с.
19. Способ очистки воды от нитритов/ РЖХ. 1993 . 4И383 П.
20. Меньвич С.Н. Окислительно-сорбционная обработка природных и сточных вод./ ВиСТ , 1998, N5, с12
21. Устройство для ионного обмена / РЖ Химия.1993 . 4И381 П.
22. Процесс удаления нитратов из воды /РЖХ 1993. 4И382 П.
23. Таран Н.Г. Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности. -М.: Издательство «Легкая и пищевая промышленность»,1983. - 97 с.
24. Швецов В.Н., Яковлев С.В., Морозова К.М. Очистка природных и сточных вод на биосорбере в условиях низких температур./ ВиСТ, 1998, №5, с12

25. Оптимизация процесса фильтрования через слой смеси сера-известняк для удаления нитратов из подземных вод. /РЖ Химия 1993. 6И299 .
26. Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов М.В. Технология электрохимической очистки воды. - Л.: Стройиздат, 1987. - 115с.
27. Очистка воды электрокоагуляцией./ Л.А. Кульский, П.П. Строкач, В.А. Слипченко и др. - К.: Будивельник, 1978.-112с.

УДК 504 (476)

Строкач П.П., Яловая Н.П., Бурко О.П.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАЩИТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Медико-демографическая ситуация Беларуси оценивается как неблагоприятная и характеризуется устойчивым сокращением численности населения, обусловленным высокой смертностью (коэффициент смертности в 1997 г. составил 13.4 на 1000 населения) и низкой рождаемостью.

На 1 января 1999 г. численность постоянного населения республики составила 10178.9 тыс. человек и сократилась с начала 1998 г. на 24.1 тыс. человек [1].

Сдвиги в количестве населения в сторону его уменьшения вызываются естественной убылью, миграцией, факторами Чернобыльской катастрофы и другими. Натуральный прирост населения не компенсирует его убыль. В настоящее время Беларусь входит в группу стран с самым низким уровнем рождаемости (коэффициент рождаемости в 1997 г. снизился до 8.8 против 19.0 в 1991 г. на 1000 населения) и естественного прироста. Уровень заболеваемости населения в 1998 г. увеличился по сравнению с 1997 г. на 4.2%. В структуре болезней – заболеваемость новообразованиями, эндокринной и кровяной системы, крови, врожденные аномалии, осложнения беременности, родов и послеродового периода, болезни органов дыхания и др.

На фоне общего роста заболеваемости и болезненности населения практически по всем классам заболеваний особое беспокойство вызывают болезни эндокринной системы, нарушения иммунитета и обмена веществ. Заболеваемость населения, пострадавшего в результате катастрофы на ЧАЭС, почти по всем классам болезней регистрируется как более высокая.

Экологическая ситуация в Брестской области характеризуется комбинированным хроническим низко дозовым радиационно-химическим воздействием на население. Загрязнение отдельных территорий радиоактивным цезием и стронцием приводит к повышенному содержанию их в пищевых продуктах, окружающей среде, а, следовательно, и в организме людей, постоянно проживающих на этих территориях.

Радиоактивное воздействие на организм человека усиливается влиянием химических факторов. Обследование городских и сельских детей, проживающих в различных регионах республики, показывает, что в их организме обнаруживаются повышенное содержание свинца, ртути, кадмия, азотсодержащих соединений.

Проживание населения в таких сложных экологических условиях требует защиты организма, которая может быть обеспечена прежде всего полноценным питанием с физиологически достаточным для организма содержанием белка, витаминов А, Е, С, группы В, макро- и микроэлементов (железа, меди, цинка и др.). Кроме того, необходим социально-гигиенический мониторинг среды обитания с учетом соци-

ально-экономических, исторических, культурных и других особенностей регионов.

Установлено, что основными источниками загрязнения атмосферы городов западного региона Беларуси является автотранспорт, объекты энергетики и промышленные предприятия. В 1998 г. перечисленными источниками в республике выброшено в атмосферу 1788.2 тыс. т загрязняющих веществ, в т.ч. 252.6 тыс. т в Брестской области. В структуре выбросов по области преобладали оксид углерода (155 тыс. т), диоксид серы (22.6 тыс. т), углеводороды (39.6 тыс. т), оксид азота (21.4 тыс. т), твердые вещества (13.3 тыс. т), прочие – 0.7 тыс. т.

Наибольший объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в Брестской области приходился на Пинские теплотрассы (4.77 тыс. т) и Березовскую ГРЭС (3.96 тыс. т). Суммарный объем выбросов вредных веществ в атмосферу в г. Бресте 1998 г. составил 3.5, в г. Пинске – 6.9, в г. Барановичи – 2.1 тыс. т. Для сравнения в г. Минск, Гомель, Гродно, Витебск, Могилев – они составляют соответственно 40.5, 17.3, 14.8, 13.7, 13.2 тыс. т.

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), учитывающий классы опасности, стандарты качества и средние уровни загрязнения воздуха в 1998 г. для городов Бреста и Пинска составлял соответственно 4.5 и 2.3 (против 8.8, например, для г. Могилева). Основными веществами, определяющими приоритет по загрязняющим веществам в г. Брест и Пинск являются формальдегид, оксид углерода, пыль, диоксиды азота и серы. Высокий уровень выбросов допускают автотранспорт, теплоэнергетика, предприятия сельскохозяйственного машиностроения и станкостроения.

Вызывает озабоченность загрязнение атмосферы формальдегидом и бенз(а)пиреном, обладающих мутагенной активностью. Средние за год концентрации, например, формальдегида в г. Пинске в 1998 г. составили 1-1.3 ПДК, в г. Бресте – 2-3 ПДК. Повышенная загрязненность воздуха этими веществами отмечается в районах автомагистралей, особенно на остановках, поворотах, перекрестках и у светофоров.

Запыленность атмосферы, выбросы оксидов углерода, азота и серы, разрушение озонового слоя галогенуглеродами, мелиорация Белорусского Полесья, приведшая к существенному изменению свойств подстилающей поверхности территории, гидрологического режима подземных и поверхностных вод, к значительному (до 1 м и более) снижению уровня грунтовых вод, повлияли на изменение климата республики. Длительные наблюдения показали, что годовая температура на территории Беларуси возрастает, причем более заметно за последние два-три десятилетия.

Проблема чистой воды во всем мире, по сравнению с дру-

Строкач Петр Павлович. Профессор, к.т.н., заведующий каф. инженерной экологии и химии.

Яловая Наталья Петровна. Старший преподаватель каф. инженерной экологии и химии.

Бурко Оксана Петровна. Ассистент каф. социально-политических наук.

Брестский политехнический институт (БПИ). Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.