

УДК 614.777

ВОЗДЕЙСТВИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА САНИТАРНЫЙ РЕЖИМ ВОДОЕМОВ

¹Бабиенко В.В., ¹Сахарова И.В., ¹Герасименко Е.А., ²Квасницкая О.Б.

¹Одесский национальный медицинский университет, Одесса, Украина

²Буковинский государственный медицинский университет, Черновцы, Черновцы

В статье рассмотрены результаты воздействия азотсодержащих поверхностно-активных веществ на санитарный режим водоемов. С целью более полного раскрытия характера действия исследуемых веществ на процессы самоочищения водоемов исследовалась динамика содержания растворенного кислорода, активной реакции воды. Результаты анализа влияния поверхностно-активных веществ на санитарный режим водоемов показали возможность неблагоприятного их воздействия на различные процессы самоочищения, что может нанести значительный ущерб водоснабжению и состоянию здоровья населения.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, санитарный режим, водоемы.

Введение

В связи с возросшей в последние годы антропогенной нагрузкой все более актуальной становится проблема воздействия неблагоприятных химических факторов на организм человека и окружающую среду. За последние 20-30 лет в технически развитых странах получила большое развитие новая отрасль химии – производство синтетических азотсодержащих поверхностно-активных веществ (ПАВ), таких как ФОМ-9, неонол ФОМ 9-4, неонол ФОМ 9-12, неонол ФОМ 9-20. Большой спрос на эти вещества обуславливается растущими потребностями существующих и вновь развивающихся отраслей промышленности, значительной интенсификацией технологических процессов. Широкое применение ПАВ привело к появлению в сточных водах нового вида загрязнения. Специфические свойства ПАВ вызывают серьезные затруднения при очистке сточных вод химическими и биохимическими методами, в результате чего возникает увеличение загрязнения воды поверхностных и подземных источников [1-5]. Это ставит перед специалистами целый комплекс задач по всестороннему изучению данной проблемы.

Материалы и методы

Общеизвестно, что показателем интенсивности процессов самоочищения водоемов в основном является биохимическое потребление кислорода (БПК), степень минерализации и нитрификации органических соединений. Для более полного раскрытия характера действия исследуемых веществ на процессы самоочищения водоемов исследовалась динамика содержания растворенного кислорода, активной реакции воды. При определении биохимической потребности в кислороде использовали общепринятые методики. Растворенный кислород определялся по Винклеру. Ход исследования: растворы азотсодержащих ПАВ в концентрациях 5,0; 10,0; 20,0; 40,0 и 60,0 мг/л готовились на дистиллированной воде с добавлением биогенных элементов и бытовых сточных вод (1,5%). Разбавляющая вода служила контролем. Содержание кислорода определялось на момент постановки опыта и на 1, 3 и 5-й день в двух стаканах на каждую концентрацию и в контроле с вычислением среднего показателя. По разнице БПК между контролем и опытом судили о влиянии различных концентраций веществ.

Изучение второй стадии минерализации органических веществ проводилось на модельных водоемах емкостью 5 литров. Растворы готовились на дехлорированной водопроводной воде с добавлением бытовой сточной жидкости из расчета пер-

манганатной окисляемости около 15 мг/л. Продолжительность эксперимента – более 30 суток (время перехода нитритов в нитраты). Азот аммиака определялся по Несслеру. Азот нитритов – по Грису и азот нитратов – салициловым методом. В этих же условиях изучалось воздействие веществ на кислородный режим и активную реакцию воды. Азотсодержащие ПАВ испытывались в двух сериях опытов в концентрациях 5,0; 10,0; 20,0; 40,0; 50,0 и 60,0 мг/л.

Результаты и обсуждение

Динамика БПК показала, что исследуемые вещества не снижают интенсивности этих процессов, – наоборот, в прямой зависимости от их концентрации повышают потребление кислорода (табл. 1). Так, по сравнению с контролем на пятые сутки опыта наблюдалось превышение БПК при концентрациях веществ 20,0 мг/л и более. Увеличение потребления кислорода начиналось с первых суток опыта и достигало максимума на пятый день. В несколько большей степени превышение появлялось под влиянием ФОМ-9, ФОМ 9-4.

Таблица 1. – Воздействие поверхностно-активных детергентов на биохимическую потребность в кислороде, мг/л

Вещество	Концентрация, мг/л	Время наблюдения (сутки)			
		немедленно	1	3	5
ФОМ-9	5	7,90	7,80	0,80	5,58
	10	7,40	5,17	4,48	4,54*
	20	7,97	4,48	4,42	3,29
	40	5,70	4,40	4,23	3,00
Неонол ФОМ 9-4	5	6,80	6,14	5,14	4,35*
	10	5,60	5,66	4,14	3,97
	20	5,70	4,83	3,21	3,90
	40	6,10	4,56	1,81	-
Неонол ФОМ-12	5	7,46	5,96	5,90	5,64
	10	6,90	5,87	5,80	5,58
	20	5,95	5,29	5,12	5,00
	40	5,50	4,97	4,62	4,62*
Неонол ФОМ-20	5	6,80	6,14	5,74	5,40
	10	7,40	5,54	6,09	6,50
	20	8,10	5,17	5,76	5,15
	40	8,40	4,80	3,60	3,10*
Контроль		6,80	6,20	5,70	5,43
		7,41	7,00	6,20	5,62
		6,90	6,30	5,80	5,40
		7,20	6,80	6,10	5,50

Примечание: * – пороговые концентрации

Из анализируемых в таблице 1 веществ в большей степени на БПК5 влияют ФОМ-9 и неонол ФОМ 9-4. Пороговые величины установлены на следующих уровнях: ФОМ-9 – 10,0 мг/л, неонол ФОМ 9-4 – 5,0 мг/л, неонол ФОМ 9-12 – 40,0 мг/л, неонол ФОМ 9-20 – 40,0 мг/л. В испытываемых концентрациях до 20,0 мг/л вещества не влияли на динамику растворенного кисло-

рода в модельных водоемах (табл. 2). Пороговые концентрации определены на следующих уровнях: ФОМ-9 – 20,0 мг / л, неонол ФОМ 9-4 – 40,0 мг/л, неонол ФОМ 9-12 – 20,0 мг/л, неонол ФОМ 9-20 – 20,0 мг/л.

Таблица 2 – Воздействие веществ на кислород, растворенный в воде, мг/л

Вещество	Концентрация, мг/л	Время наблюдения (сутки)						
		немедленно	1	5	7	9	12	15
Контроль		10,4	7,1	7,6	6,92	6,4	6,64	10,70
ФОМ-9	5	6,9	6,8	6,5	6,25	5,79	6,07	9,70
	10	6,5	6,2	6,7	6,12	5,90	6,00	9,20
	20	7,5	6,3	6,5	6,15	5,85	5,79	7,35
	40	7,6	5,8	6,23	5,77	5,77	5,09	7,20
	60	8,1	6,3	6,34	5,85	5,55	5,03	7,10
Неонол ФОМ-4	5	7,3	6,3	6,53	5,78	5,95	6,00	11,22
	10	7,0	6,0	6,21	5,90	5,50	6,07	10,15
	20	6,2	5,2	5,4	5,38	5,90	5,95	9,97
	40	5,4	4,3	4,43	4,88	4,88	5,02	9,30
	60	4,6	4,0	2,20	5,24	5,82	4,53	8,44
Неонол ФОМ 9-12	5	6,9	5,9	6,60	5,89	6,17	6,23	10,55
	10	6,7	6,2	6,16	6,03	6,37	6,03	10,22
	20	6,4	7,3	6,13	5,62	5,80	5,92	9,44
	40	6,6	7,8	5,8	5,60	5,77	5,59	8,97
	60	5,6	5,6	5,5	2,72	4,73	5,03	8,20
Неонол ФОМ 9-20	5	6,8	5,8	6,2	5,97	5,85	6,15	12,08
	10	6,4	5,9	5,9	5,97	5,97	6,03	11,13
	20	6,4	6,4	5,8	5,75	5,75	5,80	10,53
	40	5,9	4,8	5,4	5,35	5,53	5,12	10,20
	60	5,5	4,6	5,7	5,27	5,38	4,14	9,14

Таким образом, азотсодержащие ПАВ в концентрациях до 20,0 мг/л не влияли на содержание растворенного в воде кислорода. При всех испытанных концентрациях и в контроле с 1-х по 3-и сутки наблюдался возрастающий дефицит, переходящий в накопление растворенного кислорода до уровня его первоначального содержания. Пороговой концентрацией по влиянию на растворенный в воде кислород можно считать 20,0 мг/л. Для всей группы ПАВ эти результаты хорошо согласуются с известными данными по влиянию исследуемых веществ на биохимическое потребление кислорода.

Таблица 3. – Воздействие поверхностно-активных веществ на процессы накопления аммиака в водных объектах

Вещество	Концентрация, мг/л	Дни наблюдения										
		немедленно	1	5	7	9	12	15	19	23	26	30
Контроль	K ₁	0,51	0,40	0,90	0,51	0,36	-	-	0,70	-	0,70	0,65
	K ₂	0,30	0,50	0,90	0,40	0,42	-	0,80	1,30	-	0,65	0,75
ФОМ-9	5	1,10	1,10	1,05	0,70	0,65	-	0,70	0,80	0,20	0,45	7,40
	10	0,65	1,00	0,90	0,80	0,50	0,30	0,60	0,85	0,51	0,70	0,90
	20	0,75	1,15	0,80	0,80	0,45	-	0,51	0,60	0,40	0,35	1,00
	40	0,65	0,95	0,90	1,00	0,95	0,50	0,50	0,90	0,51	0,75	1,25
	60	0,80	1,15	1,20	1,00	1,05	0,30	0,75	1,10	1,50	1,40	1,40
Неонол ФОМ 9-4	5	0,65	1,10	0,90	0,75	0,50	0,20	0,50	0,70	0,30	0,60	1,30
	10	0,95	0,85	1,00	1,40	0,65	0,10	0,45	0,60	0,40	0,70	1,15
	20	1,05	1,15	1,20	1,25	1,10	0,40	-	0,90	0,40	0,90	1,40
	40	1,80	1,76	1,76	2,3	1,63	0,95	1,30	1,45	1,66	1,40	2,83
	60	2,50	1,35	2,15	2,96	1,83	1,66	2,15	2,50	2,76	2,05	4,90
Неонол ФОМ 9-12	5	0,85	0,85	0,90	1,80	0,60	0,20	0,51	0,20	-	0,50	0,75
	10	1,25	1,10	1,10	1,25	0,60	0,50	0,40	0,70	0,20	0,70	1,10
	20	1,50	1,60	1,10	1,66	0,85	0,51	0,45	0,85	0,40	0,95	1,40
	40	2,15	1,20	1,10	1,90	1,15	0,65	0,70	0,90	1,15	1,53	1,83
	60	3,40	2,36	1,10	1,63	1,20	0,75	1,35	1,20	1,15	1,53	2,05
Неонол ФОМ 9-20	5	0,65	1,00	0,80	1,00	0,90	0,20	0,20	0,51	-	0,65	0,80
	10	0,85	1,10	0,80	0,90	0,75	0,30	0,15	0,70	0,40	0,80	0,80
	20	1,00	1,45	1,00	1,20	1,00	0,51	0,70	0,70	0,80	1,00	1,80
	40	1,83	1,45	0,90	1,00	1,20	0,50	0,50	0,50	1,35	1,20	2,40
	60	2,00	2,05	1,40	1,40	1,35	0,80	1,30	0,60	2,15	1,05	3,40

Опыты по определению аммиака в модельных водоемах показали, что данная группа соединений при их содержании до 50,0 мг/л не влияет на процессы аммонификации ни по накоплению аммиака, ни в изменении скорости его окисления по сравнению с контролем. Исследуемые соединения привели к значительному накоплению аммиака, в большей степени это наблюдалось под влиянием неонла ФОМ 9-4, неонла ФОМ 9-12 и неонла ФОМ 9-20, в меньшей – под влиянием неонла ФОМ-9 (табл. 3). Пороговая концентрация для всей группы веществ установлена на уровне 5,0 мг/л. Большое содержание аммиака, вероятно, связано с тем, что в молекуле веществ присутствует SH-группа. Накопление азота нитритов не изменилось по сравнению с контролем под влиянием всех испытываемых соединений, однако наблюдалось торможение этих процессов на четвертые сутки (табл. 4.). В третьей стадии минерализации отмечалось значительное увеличение нитратов во всех случаях. Пороговая концентрация по отношению ко второй стадии минерализации установлена на уровне 5,0 мг/л.

Таблица 4. – Воздействие азотсодержащих ПАВ на процессы накопления азота нитритов в модельных водоемах

Вещество	Концентрация, мг/л	Наблюдение, сутки							
		7	9	12	15	19	23	26	30
Контроль	K ₁	-	0,05	0,40	0,05	0,05	0,05	-	-
	K ₂	0,04	0,05	0,20	0,20	0,20	0,05	-	-
ФОМ-9	5	-	0,55	-	0,10	0,25	0,15	0,25	0,30
	10	0,02	0,04	-	0,10	0,03	-	0,25	0,30
	20	0,05	0,05	-	0,15	0,20	0,03	0,045	0,50
	40	0,03	0,045	0,04	0,20	0,20	-	0,40	0,50
	60	0,03	0,10	0,04	0,20	0,05	-	0,55	0,55
Неонол ФОМ 9-4	5	0,05	0,045	0,55	0,055	0,15	0,02	0,30	0,36
	10	0,02	0,03	0,05	0,20	0,20	0,04	0,36	0,425
	20	0,03	-	0,03	0,15	0,20	0,02	0,40	0,55
	40	0,02	0,20	0,01	0,10	0,15	0,25	0,55	0,50
	60	0,05	0,15	0,04	0,30	0,15	0,40	0,575	0,55
Неонол ФОМ 9-12	5	0,04	0,035	0,03	0,36	0,25	0,04	-	-
	10	0,03	0,035	0,05	0,36	0,10	-	0,425	0,425
	20	0,03	0,15	0,02	0,36	0,10	0,03	0,25	0,30
	40	0,03	0,10	0,02	0,36	0,20	-	0,15	0,25
	60	0,03	0,25	0,02	0,36	0,10	-	0,25	0,15
Неонол ФОМ 9-20	5	0,04	0,045	0,04	0,63	-	-	-	0,15
	10	0,02	0,05	0,03	0,25	0,30	0,29	0,86	0,27
	20	-	0,10	0,05	0,63	0,425	0,05	0,20	0,36
	40	-	0,15	0,04	1,00	0,20	-	0,36	0,55
	60	0,02	0,15	0,03	0,05	0,05	-	0,30	0,25

Аналогичная концентрация веществ определена по влиянию их на процессы образования азота нитратов (табл. 5). Следует отметить, что по сравнению с контролем в модельных водоемах наблюдалось торможение процессов минерализации. Смещение этих явлений при концентрациях веществ 10,0 мг/л и более составило 4-6 суток.

Продолжительность определения активной реакции воды экспериментальных водоемов составляла 30 суток. Замеры проводили рН-метром ЛПУ-01 со стеклянным и каломельным электродами. При всех испытанных концентрациях веществ не наблюдалось превышения пределов рН (6,5-8,5), регламентированных «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

Таблица 5. – Накопление азота нитратов в модельных водоемах под воздействием азотсодержащих поверхностно-активных веществ

Вещество	Концентрация, мг/л	Наблюдение, сутки							
		7	9	12	15	19	23	26	30
Контроль	K ₁	1,0	-	-	1,0	0,60	-	-	-
	K ₂	-	0,30	-	1,20	1,0	-	-	-
ФОМ-9	5	-	-	-	1,20	0,80	1,55	-	1,40
	10	-	0,80	-	1,0	0,90	1,25	1,75	1,50
	20	-	0,10	-	1,0	0,80	1,90	-	1,85
	40	-	0,02	-	1,25	0,80	1,70	1,65	1,97
	60	-	0,10	-	0,90	0,60	1,75	1,50	2,04
Неонол ФОМ 9-4	5	-	-	-	0,60	0,20	1,30	1,55	1,45
	10	-	-	-	0,40	0,60	-	7,50	1,57
	20	0,10	0,02	-	1,0	0,60	0,20	1,55	1,45
	40	-	-	-	0,10	0,80	1,35	1,40	1,82
	60	-	-	-	1,0	1,10	1,10	1,65	1,95
Неонол ФОМ 9-12	5	1,0	0,30	-	1,0	1,0	1,10	1,60	1,30
	10	3,19	1,0	-	1,0	-	1,30	1,65	1,50
	20	0,80	0,80	-	0,20	0,60	1,55	1,55	1,85
	40	1,95	0,90	-	1,20	0,60	0,60	-	1,25
	60	-	0,60	-	0,80	0,10	0,95	1,50	3,43
Неонол ФОМ 9-20	5	-	0,60	-	0,80	-	1,25	1,26	1,42
	10	1,30	-	-	0,80	-	1,70	1,75	1,53
	20	1,30	-	-	1,10	-	1,35	1,65	2,56
	40	1,30	-	-	1,0	0,10	0,20	1,46	3,14
	60	-	-	-	1,20	-	1,60	1,60	7,50

Заключение

Результаты анализа влияния поверхностно-активных веществ на санитарный режим водоемов показали возможность неблагоприятного их воздействия на различные процессы самоочищения. Все анализируемые вещества способны повышать биохимическое

Литература

1. Артамонов В. М. Екологічна необхідність проведення експрес-аналізу вмісту поверхнево-активних речовин у доквіллі / В. М. Артамонов, М. Кузик, А. М. Камуз // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Проблеми екології. - 2008. - № 1-2. - С. 58-63.
2. Ivanković T. Surfactants in the environment / T. Ivanković, J. Hrenović // Arh. Hig. Rad. Toksikol. - 2010 – Vol. 61, № 1. – P. 95-110.
3. Scott M. J. The biodegradation of surfactants in the environment / Jones M. J. Scott, M. N. Jones // Biochim. Biophys. Acta. - 2000 – Vol. 1508 № 1-2. – P. 235-251.
4. Ying G. G. Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment / G. G. Ying // Environ. Int. - 2006 – Vol. 32, № 3. – P.417-431.
5. Olkowska E. Analytics of surfactants in the environment: problems and challenges / E. Olkowska, Ż. Polkowska, J. Namieśnik // Chem. Rev. - 2011 – Vol. 111, № 9. – P. 5667-5700.

EFFECTS OF NITROGEN-CONTAINING SURFACTANTS ON SANITARY REGIMEN OF WATER BODIES

¹Babienko V.V., ¹Sakharova I.V., ¹Gerashenko E.A., ²Kvasnytskaya O.B.

¹Educational Establishment "Odessa National Medical University", Odessa, Ukraine

²Educational Establishment "Bukovinian State Medical University", Chernovtsi, Ukraine

The article describes the results of the impact of nitrogen-containing surfactants on the sanitary conditions of water bodies. In order to more fully disclose the nature of the effect of test substances on the processes of self-purification of water bodies the dynamics of dissolved oxygen, the active reaction of water were studied. The results of the analysis of the effect of surfactants on the sanitary conditions of water bodies have shown the possibility of adverse effects on their various self-cleaning process, which can cause significant damage to water and health status.

Key words: surfactants, sanitary conditions, water bodies.

Таблица 6. – Воздействие азотсодержащих детергентов на активную реакцию воды, pH

Вещество	Концентрация, мг/л	Наблюдение, сутки							
		7	9	12	15	19	23	26	30
Контроль		8,20	8,25	8,15	8,40	8,45	8,25	8,30	8,40
		8,30	8,40	8,35	8,30	8,10	8,30	8,20	8,40
ФОМ-9	5	8,30	8,35	8,40	8,35	8,20	8,35	8,40	8,20
	10	8,30	8,35	8,40	8,35	8,20	8,35	8,40	8,20
	20	8,25	8,25	8,20	8,40	8,20	8,15	8,40	8,35
	50	8,40	8,20	8,40	8,45	8,25	8,40	8,15	8,20
Неонол ФОМ 9-4	5	8,10	8,20	8,40	8,50	8,50	8,30	8,30	8,25
	10	8,40	8,40	8,50	8,20	8,60	8,35	8,35	8,30
	20	8,15	8,35	8,40	8,35	8,45	8,10	8,40	8,25
	50	8,30	8,40	8,25	8,45	8,20	8,15	8,20	8,15
Неонол ФОМ 9-12	5	8,30	8,15	8,20	8,40	8,25	8,50	8,10	8,25
	10	8,40	8,10	8,30	8,45	8,35	8,50	8,10	8,25
	20	8,15	8,10	8,40	8,35	8,30	8,50	8,15	8,30
	50	8,50	8,60	8,50	8,20	8,55	8,40	8,20	8,40
Неонол ФОМ 9-20	5	8,25	8,20	8,60	8,45	8,60	8,25	8,60	8,45
	10	8,30	8,40	8,60	8,50	8,45	8,40	8,45	8,55
	20	8,45	8,35	8,55	8,50	8,15	8,30	8,40	8,60
	50	8,15	8,30	8,20	8,60	8,35	8,25	8,20	8,40

употребление кислорода, снижать содержание растворенного в воде кислорода, тормозить минерализацию органических веществ. На активную реакцию воды ПАВ в концентрациях до 60,0 мг/л не влияют.

Выводы

Поверхностно-активные вещества, поступающие в водоемы, могут нанести значительный ущерб водоснабжению и состоянию здоровья населения. Во всех случаях концентрация 5,0 мг/л не влияет на природные процессы самоочищения водоемов.

Literatura

1. Artamonov V. M. Ekologichna neobxidnist provedennyia ekspres-analizu vmistu poverxnevo-aktivnix rečovnin u dovkilli / V. M. Artamonov, M. Kuzik, A. M. Kamuz // Naukovi praci Doneckogo nacionalnogo texnichnogo universitetu. Seriya: Problemi ekologії. - 2008. - № 1-2. - S. 58-63.
2. Ivanković T. Surfactants in the environment / T. Ivanković, J. Hrenović // Arh. Hig. Rad. Toksikol. - 2010 – Vol. 61, № 1. – P. 95-110.
3. Scott M. J. The biodegradation of surfactants in the environment / Jones M. J. Scott, M. N. Jones // Biochim. Biophys. Acta. - 2000 – Vol. 1508 № 1-2. – P. 235-251.
4. Ying G. G. Fate, behavior and effects of surfactants and their degradation products in the environment / G. G. Ying // Environ. Int. - 2006 – Vol. 32, № 3. – P.417-431.
5. Olkowska E. Analytics of surfactants in the environment: problems and challenges / E. Olkowska, Ż. Polkowska, J. Namieśnik // Chem. Rev. - 2011 – Vol. 111, № 9. – P. 5667-5700.