

Мониторинг загрязненности водных систем органическими веществами

К. т. н. Л.И. Маркитанова

Санитарное и экологическое состояние водной системы формируется под воздействием природных и антропогенных факторов. Органические вещества влияют на органолептические, санитарно-гигиенические и токсикологические свойства водных систем. Аналитический контроль воды при определении органических веществ направлен на анализ консервативных, достаточно стабильных соединений, не во всех случаях обладающих выраженными органолептическими свойствами, но даже в незначительных концентрациях представляющих опасность для здоровья человека в силу выраженной токсичности, кумулятивности или способности вызывать отдаленные эффекты /1/.

Мониторинг загрязненности сточных вод предприятий пищевой промышленности является многоуровневой системой с соответствующей аппаратурно-методической и информационно-аналитической базой. Аппаратурно-методическая база включает средства и методы дистанционного, экспрессного и химико-аналитического контроля показателей загрязненности водных систем. Показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, называется биохимическим потреблением кислорода (БПК), то есть изменение концентрации растворенного в пробе воды кислорода в результате аэробного биохимического окисления. Кроме того, определяют химическое потребление кислорода (ХПК), то есть количество окислителя в пересчете на кислород, необходимого для окисления органических загрязнений, содержащихся в пробе. Характеристика загрязненности органическими веществами сточных вод предприятий пищевой промышленности с различными схемами водопотребления и водоотведения и разной производственной мощности /2,3,4/ представлена в табл.1.

Во многих городах производственные сточные воды, предварительно очищенные до требуемых показателей, отводят в городскую канализацию для последующей очистки на городских очистных сооружениях вместе с хозяйственно-бытовыми стоками. Местные требования к качеству производственных сточных вод, отводимых в городскую канализацию ряда городов /5/, представлены в табл.2.

Результаты определения БПК и ХПК водных растворов с предельно-допустимой концентрацией (ПДК) некоторых органических веществ /6/ представлены в табл.3.

Временно допустимый сброс очищенных сточных вод в водоемы Санкт-Петербурга и его пригородов /7/ представлен в табл.4.

Таблица 1. Характеристика сточных вод предприятий пищевой промышленности (минимальное - максимальное значение показателя).

Предприятия	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мгО/л	БПК ₅ , мгО/л	БПК _{полн} , мгО/л	
Сахарные	1200-2600	4900	1400-3600	-	
Солодовенные	26-2334	84-656	92-1600	-	
Производство хлебопекарных дрожжей	43-2000	360-560	970-1690	2300-4300	
Пивоваренные	23-5885	21,6-1158	24-6080	-	
Спиртовые, перерабатывающие:	мелассу	4010-7165	55035-69834	52633-70604	-
	картофель	470	220-830	170-620	580
Водочные	280-846	61,5–258,5	66-260	-	
Винные	82-600	92-418	338-755	-	
Крахмальные, перерабатывающие:	картофель	600-4700	300-1300	100-2520	-
Флодоовощные	20-1830	440-2690	350-2175	-	
Молочные	350-600	1200-3000	500-2000	1000-2400	
Мясные	410-12000	1800-12500	650-5100	1600-8600	
Птицеперерабатывающие	125-250	500-960	720-1725		
Рыбоперерабатывающие	4600-5000	-	8000-8800	-	
Масложировые	Экстракция	-	16896	16000	-
	Рафинирования	241	200	360	-
	Маргариновый	1415	78	78	-
	Мыловаренный	-	70	200	-
Кондитерские (усредненный сток)	1220	6060	2190	4400	
Свиноводческие комплексы	1500-9500	-	3000-8500	-	

Таблица 2. Местные требования к качеству производственных сточных вод, отводимых в городскую канализацию.

Показатель	Москва	Петушки	Тверь	Минск	Санкт-Петербург	Краснодар	Сергиев-Посад
Взвешенные вещества, мг/л	500	163	305	400	280	160	194
БПК _{полн} , мгО/л	500	180*	272	400	800*	158	288
ХПК, мгО/л	800	250	400	1000	1500	-	494

*БПК₅

Таблица 3. Биохимические показатели водных растворов с предельно-допустимой концентрацией органических веществ.

Вещество	ПДК, мг/л	БПК ₅ , мгО/л	БПК _{полн} , мгО/л	ХПК, мгО/л
Анилин	0,1	1,76	1,90	2,41
Бензины	0,1	-	0,11	3,54
Бензол	0,5	0,5	1,15	3,07
Дихлорбензол	0,002	0	-	1,42
Дихлорэтан	2,0	0	0	0,56
Пиридин	0,2	1,47	-	2,43
Формальдегид	0,01	0,68	0,72	1,07

Таблица 4. Временно допустимый сброс очищенных сточных вод в водоемы Санкт-Петербурга и его пригородов.

Показатель, мг/л	Допустимая концентрация в очищенных сточных водах
Взвешенные вещества	50,0
БПК _{полн}	15,0
ХПК для водоемов:	
высшей категории	50,0
других категорий	100,0

Временно допустимый сброс является компромиссом между потребностью в улучшении экологического состояния водных систем в настоящий момент времени и возможностями общества, отраженными в плане поэтапной реализации инженерно-экологических и санитарных мероприятий.

Норматив на БПК_{полн} не должен превышать: для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования – 3 мгО/л; для водоемов культурно-бытового водопользования – 6 мгО/л. /8-10/. Соответственно, можно оценить предельно-допустимые значения БПК₅ для тех же водоемов, равные 2 мгО/л и 4 мгО/л.

ХПК характеризует общее количество содержащихся в воде органических и неорганических восстановителей, реагирующих с сильными окислителями. Основные методы определения ХПК – бихроматный и

перманганатный. Наиболее полное окисление органических загрязнений достигается окислением пробы бихроматом калия с добавкой катализатора сульфата серебра при кипячении в серной кислоте 50%-ной. ХПК, определяемую с помощью перманганата калия, обычно называют перманганатной окисляемостью. Именно перманганатная окисляемость является единственным показателем ХПК, регламентирующим качество питьевой воды /9/. Норматив составляет 5 мгО/л.

К эффективным и широко распространенным методам анализа сточных вод промышленных предприятий относятся оптические, хроматографические, электрохимические, масс-спектрометрия и другие методы инструментального анализа /11/. Например, для определения концентрации растворенного кислорода и БПК выпускается портативный цифровой кислородомер АЖА-101, основанный на использовании амперометрического метода. Для определения ХПК в лабораториях выпускается экспресс-анализатор «Экотест-ХПК» - измеритель бихроматной окисляемости, основанный на использовании потенциометрического метода. Однако инструментальные методы требуют оснащения приборами, а приборы требуют соответствующего обслуживания, поверки, стационарных, хорошо оборудованных аналитических лабораторий, при этом стоимость анализов довольно высока.

Традиционно используемые методы «мокрой» химии /13,14,15/ являются титриметрическими. Ускоренный метод определения бихроматной окисляемости можно считать упрощенной модификацией арбитражного. Он применяется при значениях ХПК водного объекта не менее 50 мгО/л и не более 4000 мгО/л, при больших значениях ХПК пробу необходимо разбавлять. Этот метод пригоден для анализа загрязненных природных и сточных вод и может быть реализован в полевых условиях. Методика ускоренного метода /13,15/ предусматривает применение неразбавленной концентрированной серной кислоты, поэтому в отличие от арбитражного метода не требует часового кипячения пробы. Следует добавить, что при определении ХПК ускоренным методом окисление проводят без добавки или с добавкой катализатора - сульфата серебра или ртути.

Для определения перманганатной окисляемости международным стандартом ИСО 8467 регламентирован метод Кубеля. Диапазон определяемых значений ХПК от 0,5 мгО/л до 10 мгО/л. Максимально допустимая степень разбавления проб – десятикратная; метод применим для водных систем с концентрацией хлорид – аниона не более 300 мг/л /15/. Сущность метода состоит в окислении присутствующих в пробе органических веществ 0,01N раствором перманганата калия при кипячении в серноокислой среде в течении 10 минут.

Для мониторинга загрязненности питьевых, природных, хозяйственно-бытовых и сточных вод органическими веществами в полевых условиях, в условиях базового лагеря или в условиях недостаточно оснащенных учебных и производственных лабораторий могут быть реализованы ускоренные методы определения ХПК в силу своей относительной простоты, воспроизводимости и достоверности результатов.

Список литературы

1. Алексеев А.И., Валов М.Ю., Юзвяк З. Критерии качества водных систем. Учебное пособие. – СПб.: Химиздат, 2002, – 212 с.
2. Водоотводящие системы промышленных предприятий. Учебник для ВУЗов /С.В.Яковлев, Я.А.Карелин, Ю.М.Ласков, Ю.В.Воронов; Под ред. С.В.Яковлева. – М.: Стройиздат, 1990. – 511 с.: ил.
3. Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Безотходная технология в молочной промышленности /Под ред. А.Г.Храмцова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 279с.: ил.
4. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК России и охрана окружающей среды. Справочник /Под общ. ред. акад. РАСХН Е.И.Сизенко. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 468 с.
5. Малахов И.А. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих предприятий //Мясная индустрия. 2001. №5, с.49 – 51.
6. Путилов А.В., Копреев А.А., Петрухин Н.В. Охрана окружающей среды. Учебное пособие для техникумов. – М.: Химия, 1991. – 224 с.: ил.
7. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга /Под общ. ред. Ф.В.Кармазинова. – СПб.: Стройиздат СПб, 1999. – 424 с.: ил.
8. ГОСТ 2761 – 84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.
9. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды питьевого водоснабжения. Контроль качества.
10. Государственный контроль качества воды. – М.: ИПК изд-во Стандартов, 2001. – 688 с.
11. Разяпов А.З., Кудрин И.В., Шаповалов Д.А. Высокочувствительные методы контроля загрязнений объектов окружающей среды. – М.: МИСиС, 2001.
12. Протопопов И.И., Тихомиров Г.П., Андросова Л.М., Степкин Р.А. Мониторинг загрязненности сточных вод инструментальными средствами //Молочная промышленность. 2003. №10. с.55 – 57.
13. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984.
14. Унифицированные методы анализа вод СССР Выпуск 1. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1978.- 144 с.

15. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. – СПб.: «Крисмас+», 2004. – 248 с.