

**ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЦИДНОГО
ПОЛИМЕРНОГО РЕАГЕНТА В ТЕХНОЛОГИЯХ
ВОДОПОДГОТОВКИ И ПОБВ**

**Нижник Т.Ю.¹, Стрикаленко Т.В.³, Нижник Ю.В.¹,
Мариевский В.Ф.², Баранова А.И.¹**

1 - Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт», г. Киев

2 - Институт эпидемиологии и инфекционных болезней им.
Громашевского, г. Киев

3 – Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе представлен краткий анализ результатов исследований по апробации и применению полимерного биоцидного реагента комплексного действия «Акватон-10» в технологиях водоподготовки и концепции ВОЗ по обеспечению безопасности воды.

Ключевые слова: биоцидные реагенты, водоподготовка, безопасность воды.

Робота містить стислий аналіз результатів досліджень з проблеми використання полімерного біоцидного реагенту комплексної дії «Акватон-10» у технологіях оброблення води та концепції ВООЗ по забезпеченню якості води.

Ключові слова: біоцидні реагенти, оброблення води, безпечність води.

The short analysis of results of the researches executed by authors on approbation and application polymeric biocid of a reagent of complex action by "Aquatone-10" in technologies of water treatment and the concept the WHO on safety of water is presented in article.

Keywords: biocid, water treatment, safety of water.

По данным ВОЗ, обеспечение качества питьевой воды с точки зрения ее эпидемической безопасности и химической безвредности возможно при реализации «планов обеспечения безопасности воды» (ПОБВ) посредством сочетания постоянно осуществляемых мероприятий по охране источников воды, контролю процессов ее очистки и распределения, оперативному мониторингу качества и анализу эффективности проведенных мероприятий [1-3]. Проблема

разработки и внедрения ПОВВ, как и анализу результатов применения ПОВВ, оперативного контроля и эффективности комплекса мероприятий, сопровождающих их внедрение, в мире уделяется достаточно большое внимание [4-8]. В нашей стране вопросы эффективности и реализуемости утверждаемых нормативов, как и мероприятий по их применимости, по влиянию на здоровье потребителей воды и окружающей среды, привлекают гораздо меньше внимания и не только по объективным причинам [9-14]. *Задачей работы* был анализ многолетнего опыта применения полимерного биоцидного реагента комплексного действия «Акватон-10» (действующее вещество – полигексаметиленгуанидина гидрохлорид /ПГМГ/; производитель – «НТЦ «Укрводбезпека») на различных этапах водоподготовки. Реагент прошел санитарно-гигиеническую и токсикологическую экспертизу и с 1998 г разрешен МЗ Украины для применения в технологиях обработки воды в соответствии с разработанными методическими документами [15-19].

Методы и методики исследования. В лабораторных и натуральных исследованиях (централизованное водоснабжение - станции водоподготовки «Дежки» /Киевская обл./, «Densu» /г. Аккра, Гана/; системы дополнительной очистки воды /г.Одесса/, предприятия по обработке и розливу питьевых вод /Одесская, Харьковская, Полтавская, Николаевская, Днепропетровская обл, АРК/, колодцы общественного пользования /Донецкая и Закарпатская обл, АРК/ и бассейны /Закарпатская, Киевская, Одесская обл., АРК/, проведенных в соответствии с [17-19], анализировали показатели качества воды до и после обработки ее реагентом «Акватон-10» по методикам, регламентированным ДСанПиН 2.2.4-171-10 [20]. Остаточные количества реагентов, используемых для обработки воды, определяли по утвержденным методикам [16, 20].

Результаты исследований. (1) При проведении натуральных испытаний на станции водоподготовки «Дежки» была создана проточная пилотная установка (для отработки необходимого и достаточного технологического режима подачи реагента с последующим переводом работы всей станции на использование реагента «Акватон-10» вместо хлора). Полученные результаты свидетельствовали, что качество воды у конечных ее потребителей соответствовало требованиям [20]: цветность воды снизилась с 60 град до 20 град, мутность – с 10.6 мг/дм³ до 0.5 мг/дм³, ОМЧ – с 435-478 КОЕ/см³ до 10-16 КОЕ/см³, индекс БГКП – с 109 до < 3. Отзывы населения также свидетельствовали о значительном улучшении

органолептических показателей качества воды (запах, привкуса, цвета) в период проведения испытаний.

Показатели качества воды, подаваемой для питья населению г. Аккра (цветность, мутность, ОМЧ и общие колиформы), нормализовались уже при совместном использовании минимальных концентраций «Акватона-10» (1.5 мг/дм^3) с коагулянтом ($50\text{-}60 \text{ мг/дм}^3$ сульфата алюминия), количество которого удалось снизить практически в два раза и обеспечить его нормативное значение в питьевой воде. Так, в этих условиях констатировано снижение цветности речной воды со 192 град до 5-10 град, мутности – с 6.84 ЕМФ до 0.9-1.5 ЕМФ. Органолептические показатели качества такой питьевой воды также полностью соответствовали государственным (Гана) нормативным требованиям к питьевой воде и получили положительную оценку населения и работников предприятия водоподготовки. Концентрация реагента «Акватон-10» в воде, подаваемой в город, не превышала значений ПДК, что подтверждено результатами токсикологических исследований, выполненных в отделе фармакологии и токсикологии Университета Ганы [14, 21, 22]. Для применения реагента «Акватон-10» на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства не требуются капитальные затраты на реконструкцию системы водообработки [22].

(2) Возможность и эффективность применения реагента «Акватон-10» в системах дополнительной очистки водопроводной воды, применяемых в больницах, школах и дошкольных учреждениях, в торговых точках города (для увеличения количества барьеров на пути следования воды к потребителям) неоднократно установлена при обработке трубопроводов и емкостей для хранения и транспортировки такой воды, в том числе при привозном водоснабжении [23-25 и др.]. Особая актуальность применения «Акватона-10» подтверждена при выявлении в воде (водопроводной) условно патогенной *Ps. aeruginosa*, устойчивой к хлорсодержащим реагентам. Так, даже двукратная обработка транспортной емкости, в воде из которой выявлена *Ps. aeruginosa*, раствором с содержанием остаточного свободного хлора 100 мг/дм^3 (с последующей отмывкой емкости дополнительно очищенной водой до регламентируемых 0.5 мг/дм^3), не обеспечивала эпидемическую безопасность воды. Применение раствора реагента «Акватон-10» в концентрации 6 мг/дм^3 (методом наполнения, в соответствии с [19]) позволило не только достичь эпидемической безопасности доочищенной воды, но и предотвратить ее потери для отмывки емкости и загрязнения хлорсодержащими водами. В доочищенной воде реагент отсутствовал (не выявлен методикой,

утвержденной органами стандартизации [16]). Опыт применения для санитарной обработки блоков системы дополнительной очистки воды (емкостей, трубопроводов и соединительных шлангов) реагента «Акватон-10» представлен также в исследовании [26], где показана его эффективность и в случаях вирусологического загрязнения водопроводной воды.

(3) Апробация технологии применения биоцидного реагента «Акватон-10» на станциях водоподготовки показала, что кроме дезинфицирующих свойств, реагент «Акватон-10» обладает длительным последствием, не зависящим от температуры окружающей среды, и проявляет свойства катионного флокулянта, то есть связывает органические и неорганические ионы, в том числе ионы тяжелых металлов, которые загрязняют природные воды и небезопасны для здоровья человека. При анализе результатов этих исследований, представленных в [22, 27,28], обращают на себя внимание два факта: во-первых, наибольшее извлечение исследованных металлов установлено для наиболее токсичных из них (свинец – 99 %, кадмий – 92 %), и, во вторых, происходит лишь некоторое снижение концентрации металлов, находящихся в модельных растворах в концентрациях, не превышающих ПДК.

(4) Результаты сравнительного анализа влияния некоторых технологий обеззараживания воды на объем мероприятий по технике безопасности, охране труда работников и окружающей среды на объектах водопроводного хозяйства свидетельствуют о преимуществах и перспективности применения технологии обработки воды полимерным биоцидным реагентом комплексного действия «Акватон-10» как таковым, который повышает качество продукции (питьевой воды) предприятия и оптимизирует его работу посредством обеспечения должной безопасности труда и окружающей среды [29]. Учитывая, что «Акватон-10» не инициирует, в отличие от применяемых сегодня дезинфектантов, развитие резистентности у широкого спектра микроорганизмов и обладает выраженным антимуtagenным действием относительно достаточно сильных индукторов мутагенеза, которые могут присутствовать в воде, особое значение приобретает использование этого биоцидного реагента для обеспечения безопасного водопользования при чрезвычайных ситуациях, сопровождающихся нарушением или прекращением эксплуатации традиционных источников водоснабжения, в регионах с привозным водоснабжением [9-11,30,31].

Вывод

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о преимуществах и перспективности применения отечественного полимерного биоцидного реагента комплексного действия «Акватон-10» на разных этапах водоподготовки, что согласуется с комплексным подходом к оценке мероприятий и эффективности ПОВВ.

1.Guidelines for Drinking-Water Quality. / Third Edition Incorporating the 1-st and 2-nd Addenda. Vol.1.Recommendations. - Geneva, Switzerland: WHO, 2004 – 668p

3.Water safety plans: Managing drinking-water quality from catchment to consumer./ A.Davison, G.Howard, M.Stevens e.a.– WHO/SDE/WSH/05.06. – Geneva, Switzerland: WHO, 2005. - 235p.

3.Guidelines for Drinking-Water Quality. / The 4th ed. - Geneva, Switzerland: WHO, 2011. – 541p.

4. . Safety of Water Disinfection: Balancing Chemical & Microbial Risks. // Ed. By Gunther F.Craun. - Washington: ILSI Press, 1993. - 690p.

5.Pruss-Ustum A., Bos R., Gore F., Bartram J. Safer water, better health./ WHO: Geneva, Switzerland, 2008.

6.Дорожная карта в поддержку реализации планов по обеспечению безопасности водоснабжения на национальном уровне (ПОВВ)– Женева: ВОЗ, 2010.–19с

7.Руководство по разработке и реализации плана обеспечения безопасности воды. Пошаговое управление рисками для поставщиков питьевой воды // Bartram J, Corrales L, Davison A. e.a., – Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2011. – 103 с.

8. Water for a Sustainable World. - UN WWDR -5.– Paris: UNESCO, 2015–232 p.

9.Мариевский В.Ф., Сердюк А.М. Новые технологии водоподготовки с позиций концепции Всемирной организации здравоохранения «управления рисками». - Вода и водоочистные технологии. – 2006.- №3 (19). - С.23-29.

10. Методические и эколого-гигиенические аспекты анализа безопасности воды при использовании некоторых реагентов для ее обеззараживания / В.Ф.Мариевский, А.И.Баранова, Ю.В.Нижник и др.. – Вода: химия и экология. – 2011. № 4. - С. 58-65.

11.Обеззараживание в системе реализации плана ВОЗ по обеспечению безопасности воды / Стрикаленко Т.В., Мариевский В.Ф., Нижник Ю.В. и др. – Водопостачання і водовідведення. – 2014. - № 5. – С.27-34.

12. Кобылянський В.Я. Хлорування води: небезпечні фантазії і тривожна реальність. – Водопостачання і водовідведення.- 2015, №1. –

С.40-41.

13. Яковенко В.В. Особенности деятельности предприятий водопроводно-канализационного хозяйства в экстремальных условиях: последствия и возможности преодоления.- Водопостачання і водовідведення.- 2015, №2– С.9-12

14. Кобилянський В.Я. Реінжиніринговий підхід до модернізації галузевої системи контролю якості водопровідної води. - Зб. доп. Міжнар. конгр. «ЕТЕВК-2015» - К.: Друк. ТОВ «Прайм-прінт», 2015. – С.35-37.

15.ТУ У 25274537.002-98 «Препарат «АКВАТОН-10»

16. ТУ У 24.1-25274537-005-2003 зі змінами № 1 та №2 «Реагент комплексної дії «Акватон-10» (Висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України від 02/07/2013 р № 05.03.02-04/58289)

17. Методичні рекомендації щодо застосування засобу «Акватон-10» для знезараження об'єктів водопідготовки і води при централізованому, автономному та децентралізованому водопостачанні. № 16-2010 від 06.02.2010. – Київ: МОЗ України, 2010. – 31 с.

18. Інструкція щодо застосування дезінфекційного засобу «Реагент комплексної дії «Акватон-10» виробництва ПрАТ «НТЦ «УКРВОДБЕЗПЕКА» (Україна) для знезараження води та об'єктів водопідготовки при централізованому водозабезпеченні. - К., 2013. – 19с.

19.Інструкція із застосування дезінфекційного засобу «Реагент комплексної дії «Акватон-10» виробництва ПрАТ «НТЦ «УКРВОДБЕЗПЕКА» (Україна) для знезараження води та об'єктів водопідготовки при децентралізованому та автономному водозабезпеченні. – К., 2013. – 20с.

20.Гігієнічні вимоги до якості води, призначеної для споживання людиною. Державні санітарні правила і норми: ДСанПіН 2.2.4-171-10 – К. : МОЗ України, 2010. (Нормативний документ МОЗ України).

21. Toxicological study of 'Aquaton-10', Manufactured by stc 'Ukrvodbezpeka', Ukraine. A report submitted to the Ghana University (Food and Drugs Board) – 2008. -35p.

22. К анализу результатов применения реагента неокислительного действия «Акватон» на предприятиях водоподготовки. /Т.Ю.Нижник, Ю.В.Нижник, А.И.Баранова и др. - Водопостачання та водовідведення. – 2009 – №3.– С.41-46

23. Псахис Б.И. Локальные установки доочистки питьевой воды в г. Одессе. / «Питьевая вода-98»: Сб. мат-в IV Междунар. научно-практ.

конф.– Одесса, 1998 .–С.115-119.

24. Стрикаленко Т.В. Вода в городе: гигиенический анализ путей оптимизации водообеспечения населения - Вода і водоочисні технології.. Науково-технічні вісті. – 2011.- №1 (3).- С.50-61

25. Псахіс Б.Й., Стрікаленко Т.В., Псахіс І.Б. Досвід управління оптимізацією забезпечення населення питною водою / Міжнар. конгрес «ЕТЕВК-2011» : зб. доп.- К.: ТОВ «Гнозіс», 2011. – С. 89-94.

26. Кліментьєв І.М. Гігієнічне обґрунтування впровадження локальних водоочисних пристроїв колективного використання для оптимізації забезпечення населення питною водою. /Автореф. дис....к.мед.н. – Київ, 2010. – 22с.

27.Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Ассоциация ионов металлов с водорастворимым полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом // Вопросы химии и химической технологии. - 2006, №6. - С.120-123.

28. Нижник Т.Ю. Извлечение ионов тяжелых металлов из водных растворов с использованием азотсодержащего реагента //Автореф. дис....к.т.н. - Киев, 2007.

29. Проблемы техники безопасности, охраны труда и окружающей среды при обеззараживании воды. / Ю.В.Нижник, Т.В.Стрикаленко, А.И.Баранова и др. –Зб. доп. Міжнар. конгр. «ЕТЕВК-2013» - К.: Друк. ТОВ «Вістка», 2013. – С.162-166.

30. Применение биоцидного полимерного реагента для обеспечения безопасного водопотребления при чрезвычайных обстоятельствах./В.М. Жартовский Т.Ю.Нижник, И.М. Астрелин Н.М. Толстопалова /Экология и здоровье человека.: Сб. науч. тр. XIII Междун. научно-техн. конф. – Т.2. - Алушта: УкрВОДГЕО. 2005. — С.536-539

31. Опыт применения полимерного биоцидного реагента при чрезвычайных ситуациях/ В.М. Жартовский, Ю.В. Нижник, А.И.Баранова, Т.Ю. Нижник //Сб. докл. VII Междун. конгр. «ЭКВАТЭК-2006» - В 2-х частях.- М.: Сибико Инт., 2006., ч.1. - С.538.