

Несколько экземпляров современного оборудования фирмы EcoWater Systems Inc. представлено в Центре высоких технологий ХГАГХ. На этом оборудовании производится обучение студентов, которые применяют полученные знания при выполнении курсовых и дипломных проектов.

На наш взгляд, такой опыт сотрудничества приносит пользу и преподавателям, и студентам, и аспирантам, и сотрудникам фирм. В дальнейшем планируется расширение нашего сотрудничества с этими фирмами.

Получено 20.09.2002

УДК 628.1.147

А.Я.НАЙМАНОВ, д-р техн. наук, А.А.НАЙМАНОВА, канд. техн. наук  
Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка  
Н.И.ЗОТОВ, В.Н.МАСЛАК, кандидаты техн. наук  
ГОКП "Донецкоблводоканал"

### **ИСПЫТАНИЕ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ВОДЫ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ**

Приведены результаты анализа работоспособности наиболее популярных марок фильтров отечественного и зарубежного производства, используемых для доочистки воды в домашних условиях.

В стремлении получить максимум от достижений науки и техники мы не задумываемся об обратной стороне приобретенных благ. Ветерок уже несет не свежесть и бодрость, а золу, пепел и сажу; реки не притягивают прозрачностью и чистотой, а несут в своих водах стоки производств различных предприятий. На одного человека в Донбассе приходится 1,5 м<sup>3</sup> токсичных сточных вод в день. По данным Всемирной организации здравоохранения вода содержит более 13 тыс. потенциально токсичных веществ, с ней передается 80% заболеваний.

Современные станции очистки воды, некоторые из которых находятся в эксплуатации около 50 лет и проектировались для очистки воды совсем другого качества, не в состоянии довести ее до уровня, безопасного для употребления в пищу. В результате, открывая на кухне кран, мы получаем воду, содержащую:

- фенол, который при взаимодействии с хлором образует соединения, придающие воде аптечный привкус;
- хлороформ, который очень токсичен сам по себе, а при окислении кислородом воздуха еще и образует фосген, являющийся боевым отравляющим веществом;

- ионы алюминия, которые при длительном воздействии вызывают слабоумие;
- повышенную окисляемость, которая свидетельствует о наличии бактерий и вирусов.

В этой связи стали актуальны фильтры доочистки воды в домашних условиях, в широком ассортименте представленные на прилавках специализированных магазинов и отделов. Чтобы оценить эффективность работы бытовых фильтров и качество получаемой воды, ИВЦ ГОКП "Донецкоблводоканал" провел анализ работоспособности наиболее популярных марок фильтров отечественного и зарубежного производства. Исследования проводили на водопроводной воде г.Донецка.

Исследованиям подвергли 6 фильтров отечественного производства и 7 зарубежного:

1. Сменные кассеты к фильтру "БАРЬЕР". Фильтр "БАРЬЕР" со сменной кассетой предназначен для доочистки водопроводной воды. Произведено ЗАО "МЕТТЭМ-Технологии" совместно с ракетно-космической корпорацией "Энергия". Допущено к производству, поставке, реализации и использованию. Сертифицировано Госстандартом России. ЗАО "МЕТТЭМ-Технологии" 143900, Московская область, г.Балашиха, ул. Парковая, д. 3

1.1. Сменная кассета "БАРЬЕР 3 л с обеззараживающим эффектом". ТУ 3697-015-32989981-96. Допущено к производству, поставке, реализации и использованию Минздравом РФ и Департаментом Госсанэпиднадзора. Средний ресурс – 500 л, производительность – не менее 6 л/ч.

1.2. Сменная кассета "БАРЬЕР 4 для водопроводной воды" ТУ 3697-025-32989981-98. Допущено к производству, поставке, реализации и использованию Минздравом РФ и Департаментом Госсанэпиднадзора. Средний ресурс – 350 л, производительность – не менее 3 л/ч.

1.3. Сменная кассета "БАРЬЕР-4 для жесткой воды". ТУ 3697-025-32989981-98. Допущено к производству, поставке и использованию Минздравом РФ, Департаментом Госсанэпиднадзора. Средний ресурс – 350 л, производительность – не менее 3 л/ч.

1.4. Сменная кассета "БАРЬЕР-5 очистка + фторирование воды". ТУ 3697-016-32989981-96. Допущено к производству, поставке и использованию Минздравом РФ, Департаментом Госсанэпиднадзора. Средний ресурс – 350 л, производительность – не менее 3 л/ч.

2. Фильтр "ГЕЙЗЕР 2000" регенерируемый бытовой бактерицидный для очистки питьевой воды. Россия, 194223, г. Санкт-Петербург,

а/я 33 АО "Эко-Гейзер". Масса – не более 0,15 кг, ресурс – 2000 л, производительность – 0,5 л/мин.

3. Водоочиститель "АКВАФОР® В300. Очистка воды". Сертифицирован ГОССТАНДАРТОМ России и защищен патентами США № 5521008, 5705269; 5904854. Фирма АКВАФОР (ELECTRO-PHOR Inc., Dobbs Ferry NY 10522 USA).

ТУ 3697-011-11139511-95 (ТУ 3697-029-11139511-99). Изготовитель ООО "АКВАФОР" Россия, 197110, Санкт-Петербург, Пионерская ул., 29. Масса – 0,2 кг, производительность – 0,3 л/мин (18 л/ч), ресурс – 1000 л.

4. Фильтр питьевой воды ФПВ-1012 "ВОДОГРАЙ". Паспорт МНТТ.306561.003 ПС. СП НТТ, Украина, г.Киев, проспект Гагарина, 27. Предназначен для доочистки питьевой воды из сетей коммунального водоснабжения при помощи сменного фильтровального патрона. Скорость фильтрации воды не более 4 л/мин.

4.1. Сменный картридж "Вита 6000-ЕВРО-1" ТУ-У25586/22.001-98. Разрешено Министерством охраны здоровья Украины. Научно-производственное предприятие "ВИТА-ЖИТТЯ". г.Киев, ул. Капыловская, 67, корп. 10. Контактные телефоны: (044) 468-5014, [www.vita.com.ua](http://www.vita.com.ua). Средний ресурс – 6000 л, производительность – не менее 1 л/мин.

4.2. Универсальный угольный картридж с элементом KDF FCCBKDF "Aquafilter", inc. P.O. Box 709, Sparks, MD. 21152, USA. [www.aquafilter.com](http://www.aquafilter.com).

Сертификат соответствия России № РОСС PL. ПВ01.В01351. Гигиеническое заключение Украины 5.04.03/223-225. Сертификат соответствия Польши PZH-НК/W/0612/02/97. Ресурс – 8000 л, производительность – не более 4 л/мин.

4.3. Сменный патрон Matrikx® Pb I. 06-250-125-975 The Premier Performer. MATRIKX is a registered trademark, and the KX logo, and "Genuine MATRIKX Extruded Carbon" seal are trademarks of KX Industries, L.P.

This Product is made by or covered by one or more of the following United States Patents 5,019,311; 5,147,722; 5,189,092; 5,249,948, and 5,331,037 and applicable forcing equivalents. KX Industries, L.P. 269 South Lambert Road Orange, CT 06477-3502, USA, 2000.

4.4. Сменный патрон LTOFC Made by CLEAR WATER WAY, 2001. Member WATER QUALITY Association. *Aquilegia*™ is a registered trademark.

4.5. Сменный фильтрующий патрон EP-10. USFilter Plymouth Products. 1998 by USFilter, Made in USA. 10/98, 145337. 502 INDIANA

AVE - PO BOX 1047 \* SHEBOYGAN WI 53082-1047 USA, TEL 920-457-9435 FAX 920-457-6652 TOLL-FREE 1-800-222-7558. INTERNATIONAL FAX 920-157- 2117, INTERNATIONAL E-MAIL international@plymouthwater.com, http: //www.plymouthwater.com. The EP-10 is Tested and Certified by NSF International under ANSI/NSF Standard 42-conforms to material requirements.

4.6. Сменный фильтрующий патрон CC-10. USFilter Plymouth Products. 1998 by USFilter, Made in USA, 10/98, 145622. 502 INDIANA AVE - PO BOX 1047 SHEBOYGAN WI 53082-1047 USA. TEL 920-457-9435. FAX 920-457-6652. TOLL-FREE 1-800-222-7558. INTERNATIONAL FAX 920-457-2417. INTERNATIONAL E-MAIL international@plymouthwater.com, http: //www.plymouthwater.com. The CC-10 is Tested and Certified by NSF International under ANSI/NSF Standard 42-conforms to material requirements.

4.7. Сменный патрон CBR 2-10. USFilter Plymouth Products. 1998 by USFilter, Made in USA. 4/99, 145531 REV A. 502 INDIANA AVE - PO BOX 1047 \* SHEBOYGAN WI 53082-1047 USA TEL 920-457-9435 FAX 920-457-6652 TOLL-FREE 1-800-222-7558. INTERNATIONAL FAX 920-457-2417. INTERNATIONAL EMAIL: international@plymouthwater.com, http://www.plymouthwater.com. This CBR 2-10 is tested and Certified by NSF International under ANSI/NSF Standard 42-conforms to material requirements.

Загрузку большинства из исследованных фильтров составляет гранулированный или порошкообразный активированный уголь. Очистка основана на принципе адсорбции – загрязнения задерживаются в порах и стремятся прикрепиться к поверхности активированного угля (адсорбента). При помощи адсорбции устраняются вещества, ухудшающие вкус, запах воды, некоторые гербициды, органические вещества, бактерии, вирусы.

Органические вещества, адсорбирующиеся на активированном угле, являются питательной средой для развития микроорганизмов и бактерий. Во избежание этого загрузка многих фильтров обработана ионами серебра, который, являясь сильным окислителем, нарушает их метаболизм, приводя к гибели.

В некоторых фильтрах в качестве загрузки использована ионообменная смола в  $H^+$ - или  $Na^+$ - форме. Суть очистки заключается в том, что при пропуске воды через смолу на ее поверхности закрепляются все присутствующие в воде ионы  $Fe^{2+,3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  и так далее, а вместо них поступают ионы  $H^+$  или  $Na^+$  - происходит обмен ионами.

В этом случае наблюдается умягчение воды, снижение минерализации (в случае  $H^+$ -катионирования), понижение рН.

В фильтре FCCBKDF очистка осуществляется методом электролиза. В качестве загрузки использована гальваническая пара, в частности сплав меди и цинка. На катоде (медь) происходит выделение кислорода, который окисляет микроорганизмы и органические вещества. Кроме того, медь сама является сильным окислителем. Также происходит удаление ионов кальция и магния, что приводит к снижению минерализации и жесткости воды.

В некоторых фильтрах используется пропуск воды через фильтрующий элемент, размеры ячеек которого соответствуют металлической сетке или пористой керамике. Принцип очистки заключается в задержании примесей, размер которых больше размера ячеек фильтрующего материала. В этом случае фильтрование должно осуществляться с нарастающим эффектом, так как по мере забивания ячеек задерживаются загрязнения меньшего размера.

Результаты исследований приведены в таблице.

Анализ результатов исследований позволяет сделать заключение, что бытовые фильтры способствуют улучшению отдельных параметров качества воды, в основном тех, которые гарантированы паспортом. Эффективность очистки и ресурс во всех исследованных аппаратах, кроме сменной кассеты "БАРЬЕР-5 очистка + фторирование воды" по насыщению воды фтором ниже заявленных в паспорте. Комплексной доочистки питьевой воды до требований ДержСанПиНа фильтры не обеспечивают. Необходимо последовательно ставить несколько разных типов фильтров, обеспечивающих удаление разных видов загрязнений воды. Большинство фильтров имеют проблемы с размножением в их полости бактерий и микроорганизмов, несмотря на обработку загрузки серебром.

Таким образом, доочистка воды в домашних условиях на исследованных фильтрах (кроме MATRIX®) не обеспечивает должного уровня качества воды. В современных условиях техническая политика руководства Донбасса может быть направлена, главным образом, на применение установок глубокой доочистки 5-10% всей подаваемой воды на действующих водопроводных очистных станциях с последующим ее бутылированием или развозкой автоцистернами для распределения среди населения. Альтернативой может быть применение локальных установок глубокой доочистки питьевой воды на предприятиях и учреждениях, школах и дошкольных учреждениях, кварталах и микрорайонах с последующим ее бутылированием или раздачей в тару потребителя.

Сравнительная характеристика эффективности работы фильтров

Марка фильтра или фильтрующего патрона	Ресурс, л		Цветность		Мутность		pH	Жесткость		Соле-дер-жание мг	Ионы Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	
	Паспортный	Фактич.	эф-сть оч-ки, %	остат. сод-е, град.	эф-сть оч-ки, %	остат. сод-е, мг/л		эф-ть оч-ки, %	остат. сод-е, мг/л		эф-сть оч-ки, %	остат. сод-е, мг/л
							эф-сть оч-ки, %			остат. сод-е, мг/л		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Аквафор	1000	800	26,15	8,78	53,84	0,345	7,83	0	6,58	649	55,32	0,021
Гейзер	2000	700	0	31,1	68,38	0,28	7,89	0	6,7	652	90	0,004
Барьер 3	500	500	37,25	5,98	28,35	0,43	7,78	0,28	6,53	631,0	24,05	0,045
Барьер 4	350	350	22,2	9,2	27,83	0,41	7,39	8,31	6,04	686,5	25,69	0,028
Барьер-4 для жесткой воды	350	350	17,5	8,58	15,95	0,77	7,23	15,16	5,1	584	28,54	0,038
Барьер 5	350	350	-8,0	7,3	15,1	0,45	7,87	0	5,74	596	35,9	0,027
Вита-6000-ЕВРО/1	6000	6000	22,95	8,77	36,36	0,33	7,91	0,56	6,53	655	44,53	0,031
LTOFC	-	6000	20,3	6,22	38,85	0,47	7,69	0	5,78	609,0	79	0,01
FCCBKDF	8000	8000	12,45	7,27	27,2	0,56	7,72	0,27	5,76	624,3	47,1	0,03
CC-10	7000	7000	22	9,52	46,67	0,32	7,57	2,43	6,33	699,0	80,58	0,008
EP-10	-	7000	29,74	8,75	57,86	0,25	6,87	2,72	6,36	695	92,48	0,003
Matrix® Pь 1	7000	7000	43,74	6,13	72,9	0,26	7,57	2,63	5,91	700	92,35	0,0039
CBR2-10	13500	6000	25,1	7,84	75,5	0,23	7,57	2,1	6,02	634	86,3	0,0075
Исх. вода	-	-	-	3,1-15,0	-	0,25-1,24	7,47-8,02	-	5,5-7,1	560-851	-	0,026-0,087
ГОСТ 2874-82	-	-	-	<20	-	<1,5	6,5-8,5	-	<7,0	<1000	-	<0,3
ДержСанПин	-	-	-	<20	-	<0,5	6,5-8,5	-	<7,0	<1000	-	<0,3
СанПин Россия	-	-	-	<20	-	<1,5	6,5-8,5	-	<7,0	<1000	-	<0,3

Продолжение таблицы

Ионы Al <sup>3+</sup>			Фенолы			Хлороформ			Активный хлор			Перманг. ок-сть	
эф-сть пасп.	эф-сть фактич.	остат. сод-е, мг/л	эф-сть пасп.	эф-сть фактич.	остат. сод-е, мг/л	эф-сть пасп.	эф-сть фактич.	остат. сод-е, мг/л	эф-сть пасп.	эф-сть фактич.	остат. сод-е, мг/л	эф-сть оч-ки, %	остат. сод-е, мгO <sub>2</sub> /л
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
-	39,23	0,197	99,5	0	0,0021	99,5	-25,8	0,039	100	47,6	0,459	-4,59	6,15
>99	40	0,35	-	0	0,0013	-	-16,13	0,036	>99	36,54	0,526	7,81	5,9
80	18,35	0,15	90	38-75	0,005	85	14,17	0,018	95	83,85	0,11	-36,3	7,33
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
80	40,05	0,155	90	22,54	0,0022	85	88,3	0,021	95	21,31	0,216	4,68	4,95
80	66,85	0,082	90	54-72	0,005	85	83,6	0,024	95	24,87	0,376	-17,4	6,48
-	35,95	0,137	90	>42	0,001	85	72,4	0,034	95	73,18	0,39	-3,61	5,3
-	17,58	0,13	93	45	0,0012	-	40,28	0,033	98	21,65	0,496	-33,44	7,35
-	28,12	0,146	-	38,5-75,1	<0,001	-	-87,05	0,084	-	17,36	0,297	1,5	5,19
-	15,6	0,172	-	35,87	0,001	-	76	0,011	-	16,66	0,312	-10,24	5,81
-	24,3	0,19	-	3,72	0,003	-	89,03	0,02	-	19,9	0,23	7,65	4,94
-	29,45	0,18	-	24,1	0,002	-	75,86	0,047	-	19,79	0,227	8,81	4,88
-	67,34	0,084	-	22,2-63,3	<0,001	-	74,26	0,01	-	51,06	0,205	-11,83	6,93
-	53,6	0,126	-	30,7-71,7	0,001	-	71,93	0,043	-	32,64	0,317	-21,54	5,9
-	-	0,16- 0,44	-	-	<0,001- 0,0035	-	-	<0,001 -0,2	-	-	0,22 -1,22	-	4,8 - 6,6
-	-	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3-0,5	-	-
-	-	<0,2	-	-	<0,0003	-	-	<0,06	-	-	<0,3-0,5	-	<4,0
-	-	<0,5	-	-	<0,001	-	-	<0,06	-	-	<0,5	-	-

1. Панов В.С., Шевченко О.А., Проскурня Ю.А., Матлак Е.С., Дудик А.М. К экологии Донбасса // Проблемы экологии. – 1999. – №1. – С. 17-25.
2. Дударенко А.Е. // Труды региональной научно-практической конференции, посвященной всемирному дню водных ресурсов. 22 марта 2001 г. – Донецк. 2001.
3. ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая".
4. ДержСанПиН Украины "Вода питна". – К., 1997.
5. Матлак Е.С., Аверин Г.В., Момот А.И., Беляева Е.Л., Чумак А.В. О доочистке украинской водопроводной воды // Проблемы экологии. – 1999. – №1. – С. 36-43.

Получено 27.09.2002

УДК 628.16.067

П.А.ГРАБОВСКИЙ, д-р техн. наук, А.И.ГОРОБЧЕНКО

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

### **СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ**

Рассмотрены основные проблемы, возникающие при решении вопроса оптимизации режимов управления работой скорых фильтров. Предложены пути решения поставленных задач. Представлена математическая модель работы скорого фильтра, позволяющая обрабатывать текущую оперативную информацию по работе фильтра. Промонстрированы возможности математической модели на примере решения конкретно поставленных задач.

Задачу эксплуатации скорых водоочистных фильтров можно сформулировать следующим образом – обеспечение подачи заданного количества воды при ее качестве не ниже допустимого, регламентируемого нормами (ГОСТ, СанПиН и т.п.). Эти задачи должны быть решены так, чтобы эксплуатационные затраты были минимальными.

Согласно исследованиям ряда водопроводных станций и анкетного опроса, проведенного в работе [1], было выявлено, что большая часть водопроводов крупных городов России и Украины эксплуатирует фильтры с переменной скоростью. Аналогичная ситуация и в большинстве других зарубежных стран. Тем не менее, режим работы скорых фильтров с переменной скоростью фильтрования изучен недостаточно, поэтому вопрос управления и оптимизации работы таких фильтров в настоящее время вполне актуален.

Основными управляющими параметрами процесса фильтрования являются продолжительность фильтроцикла ( $T$ ) и продолжительность промывки ( $t$ ). Остальные параметры, которыми можно управлять, как правило, заданы. Как показывает анализ, оптимизацию продолжительности фильтроцикла и продолжительности промывки следует проводить одновременно, поскольку промывка сильно влияет на процесс фильтрования.