

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОМСТОКОВ

Демков А.И.
УкрНИИЭП г.
Харьков

По данным ВОЗ вода находится на втором месте по социальной значимости после социальной бедности. Дефицит воды в жизни человека сказывается на его здоровье, а обезвоживание организма может привести к его смерти. Низкое качество воды по бактериологическому и химическому загрязнению неминуемо приводит к болезням, иногда в массовом масштабе. Решая проблему качественной воды для населения, человечество интеллектуально поднимаемся на высшую ступень развития, т.к. бытовые проблемы играют немаловажную роль в жизни человека. Только здоровый человек может продуктивно работать физически и умственно.

Наверное, будет правильно заявить, что проблемы питьевой воды как таковой не существует, есть проблема стоимости ее очистки. Население уже покупает питьевую воду по 4000 грн. за м³ и более в упаковке. Однако, не все население может это себе позволить. Большая часть людей, не смотря на низкое качество воды, употребляет ее из водопровода. Мнение людей в том, что кипяченая вода, обеззараженная хлором, безвредна, неверно – наоборот, она еще более опасна. Оказывается, что при кипячении вредные свойства хлора лишь усиливаются, он переходит в тригалометан – канцерогенное вещество, которое, например, при приеме ванны всасывается внутрь обезжиренной с помощью мыла кожей. При наличии в природной воде поллютантов после хлорирования неизбежно образование хлорорганических соединений (ХОС), время жизни которых исчисляются годами (СlСН₂СООН), десятилетиями (СН₂Сl₂), и даже столетиями (СН₃Сl, ССl₄), которые могут являться причиной различных, в том числе и канцерогенных заболеваний у населения, употребляющих эту воду. При хлорировании в питьевой воде неизбежно образуются ХОС: хлороформ, четыреххлористый углерод и трихлорэтилен, 1,2 – дихлорэтан, тетрахлорэтилен. Основной вклад (78,4%) в суммарный канцерогенный риск вносят такие галоформные соединения, как хлороформ бромдихлорметан, дибромхлорметан.

По докладу ЭКВАТЭК – 2006 сокращение ожидаемого продолжительности жизни из-за общетоксического риска хронического действия для мужчин составляет 12,5 лет, женщин – 18,8 лет.

Вторая проблема, связанная с водой, это очистка ее после использования или загрязненная из – за хозяйственной деятельности человека. Ее надо очищать, т.к. отсутствие очистки неизбежно скажется на источниках питьевого водоснабжения.

На первом месте по воздействию на экологию оказывают поверхностные воды, особенно с загрязненных человеком территорий, например, полигонов ТБО, автопарков и АЗС. Такие территории обязательно должны быть гидравлически локализованы и иметь локальные очистные сооружения, которые интенсивно будут работать во время выпадения осадков. И как с питьевой водой, технических проблем здесь нет, есть только проблема в стоимости, размерах и эффективности очистки воды.

Представленные в статье инновационные проекты, выполнены на базе изобретения – промышленного фильтра (патент 1086585), после промышленных испытаний и научных исследований на полупромышленной установке в 2004 – 2005гг. Последний проект выполнен в июле 2006г.

1. Проект реконструкции типовых (№901-3-26) очистных сооружений водопровода городов

В связи с развитием промышленности и ростом населения произошли большие изменения в природе, почти невозможно найти реку или озеро, где вода отвечала

стандартам питьевой воды, особенно это, касается крупных городов. С каждым годом реки и озера не становятся чище. Техногенное загрязнение поверхностных вод отрицательно сказывается на работу очистных сооружений водопровода. Однако самой большой проблемой для очистных сооружений водопровода являются атмосферные осадки и талые воды. Под воздействием поверхностного стока в реках, озерах вода становится мутной, насыщенная органическими и неорганическими примесями, что несет с собой поверхностный сток. Естественно, что очистные сооружения водопровода не могут в таких условиях нормально работать, особенно если схема очистки воды одноступенчатая. Известно, что зернистый фильтр забивается через каждые 6-8 часов. Для его промывки нужна уже очищенная вода. Если при нормальной эксплуатации требуется для промывки 7%, то в данной ситуации в 2-3 раза больше – около 20%. При этом идет перерасход флокулянтов, хлора, больше расходуется электроэнергии для работы промывных насосов. Некоторое время после промывки зернистый фильтр не может работать эффективно, так как имеется переходной процесс когда эффект очистки его мал.

Предложенная нами новая схема очистки на водоочистных сооружениях г. Старый Крым имеет следующие технико-экономические показатели.

Стоимость проекта реконструкции ВОС для г. Старый Крым около 86 тыс. Еур.

Максимальная производительность около 15 000 м³/сутки.

Место привязки – любой песчаный фильтр ВОС.

Дезинфекция фильтра – пергидроль, перманганат калия и др.

Себестоимость дезинфекции – 7,1 Еур/сутки.

Максимальная скорость фильтрации – более 100 м/час.

Толщина фильтрующего слоя 40 – 50 мм.

Себестоимость воды по фильтрующему материалу – 0,012 Еур/м³.

Фильтроцикл при нормальных условиях – не менее 6 час.

Время регенерации фильтра – 5 мин.

Способ регенерации – обратная промывка, электромеханические вибраторы.

Уменьшение производительности фильтра при регенерации – 17%.

Максимальное давление на фильтрующий материал – 2 атм.

Минимальные частицы, задерживаемые фильтром – 0,3 мкм.

Очистка от бактерий, взвешенных веществ – 100%.

Необходимость в реагентной обработке воды – нет.

Необходимость в технологической предочистки воды – нет.

По сравнению с песчаным фильтром экономится от 6% и более чистой воды, при этом экономится электроэнергия на работе промывных насосов, на объектах реагентного хозяйства. Данную реконструкцию можно проводить без остановки фильтровальной станции в целом, срок окупаемости зависит от производительности и коммерческой стоимости воды: по оптимистическим прогнозам за несколько месяцев.

2. Промышленная установка питьевого водоснабжения до 70 м³/сутки

Недостатки бытовых фильтров питьевого водоснабжения подвергнуты критике многими авторами. Так в выпуске №15 информационном вестнике ЧП «Ивас» 2004г., Сулова В.А. дает следующую характеристику бытовых фильтров: «Они имеют недостаток, о котором производители стараются умолчать: невозможность обеспечить постоянное качество очистки. Каждая последующая порция воды чистится всегда хуже предыдущей. И достаточно быстро (особенно на нашей, низкого качества, воде) наступает момент, когда вода, вместо того чтобы чиститься, начинает вымывать из фильтра накопившиеся в нем загрязняющие вещества. При этом определить момент, когда фильтр превращается в загрязнитель (без проведения специальных химических анализов) практически невозможно.

Более того, фильтры нередко становятся источниками бактериального заражения воды. Задержанные фильтром органические загрязняющие вещества являются идеальной

питательной средой для различного рода бактерий и вирусов: простояв без работы несколько часов, в нем, как в термостате, может размножаться патогенная микрофлора.

Именно по этим причинам, мы считали использование в быту различных фильтров в какой-то степени самообманом.

Настоящим специалистам, давно занимающимся проблемами не просто очистки воды, а именно очистки питьевой воды, известно, что самым унифицированным, то есть способным очистить воду не только от взвешенных веществ, но и от достаточно широкого спектра неорганических и органических соединений, а также от бактерий и вирусов, является коагуляционный метод очистки воды. Поэтому при выборе метода очистки в бытовых условиях предпочтение было отдано, безусловно, коагуляционному физико-химическому методу».

На основе вышеприведенного критического анализа нами сделана следующая оценка современных технологий очистки воды на основе бытовых фильтров. При формальном подходе к недостаткам эксплуатации бытовых фильтров эта критика справедлива. Очевидно, что фильтры могут быть источником бактериального загрязнения. Также очевидно, что невозможно обеспечить постоянное качество воды в процессе очистки. И все-таки бытовые фильтры стали признанным методом, используемым в коммунальном хозяйстве во всем мире. Поэтому необходимо дополнить критический анализ следующими замечаниями. Большинство населения, приобретающее фильтры, не знают правила их эксплуатации и не задумывается с какой скоростью идет фильтрация, является ли процесс очистки непрерывным, какова периодичность дезинфекции и промывки фильтра.

Главная задача бытовых фильтров питьевой воды в локализации органических и неорганических примесей, по технической возможности уменьшить бактерицидное загрязнение воды.

Исходя из практики использования бытовых фильтров необходимо назвать несколько обязательных требований по их эксплуатации.

1. Включать фильтр в работу необходимо постепенно в течение 3 – 5 минут на самую малую производительность.

2. После каждой работы фильтра необходимо сделать его промывку обратным ходом воды и продезинфицировать радикальным методом – чистым этиловым спиртом, перекисью водорода.

3. Хранить фильтр необходимо в плотной герметичной упаковке из полиэтилена.

Скорость фильтрации является главным технологическим показателем работы фильтра. Большинство бытовых фильтров выполнены в цилиндрической форме с подачей воды во внутрь цилиндра и выходом наружу. Такая конструкция логически вытекает из расчета прочности фильтра. Эта форма имеет существенный недостаток: внутренняя поверхность меньше наружной на соотношении диаметров их поверхностей. При малом внутреннем диаметре и большой толщине фильтра эта разница может быть существенна.

Этот фактор необходимо учитывать при эксплуатации фильтра: не имея возможности проконтролировать качество воды после фильтра, необходимо работать на фильтре как можно дольше с минимальной производительностью.

Проведенные испытания доказали, что утверждение Суловой В.А., а именно: «невозможно обеспечить постоянное качество очистки (фильтрацией). Каждая последующая порция воды чистится всегда хуже предыдущей», не соответствует истине. С учетом высказанных выше рекомендаций, бытовые фильтры вполне могут справиться с возложенные на их функции.

В литературных источниках по вопросам эксплуатации бытовых фильтров неверно определяется роль коагулянта в области очистки воды. Коагулянт сам по себе не очищает воду, а изменяет ее свойства: химические и физические. В дальнейшем очистка воды идет на уровне седиментации. В зависимости от дисперсности примесей, седиментация идет от

нескольких минут до несколько месяцев и лет. Утверждение, что после 3-х часов обработки коагулянтom любую воду можно пить является безответственным.

В настоящем дефицита в бытовых фильтрах нет. При всем многообразии производителей бытовые фильтры очень похожи один на другой. Применяется цилиндрический фильтрующий элемент со сменным картриджем. Производители в рекламах обещают эффективность 90% и выше почти от всех элементов в воде. Но это не соответствует действительности, так как производители не объясняют при каких условиях это возможно. Например, AquaFilter (США) рекламирует эффективность очистки от пестицидов 90%, Аквафор Модерн (Россия) дает эффективность 95%. Притом, что пестициды – это истинно растворимые вещества, в том числе и в тонкой коллоидной примеси, то простой фильтрацией достигнуть нормативной степени очистки невозможно.

В соответствии с данными, представленными в таблице 1., скорость фильтрации на трех фильтрующих элементах необычно высокая (341 м/ч). При этом очевидно, что гидравлически данный фильтр не совершенен, т.е. внутренний диаметр 28 мм для данного фильтра слишком мал.

Можно сделать вывод, что бытовые фильтры частично улучшают качество воды, но при этом необходимо знать их недостатки..

Таблица 1.

Фильтры для очистки воды от механических примесей ООО «Пневмотехника»
г. Симферополь

Наименование фильтра	Габаритные размеры				Тонкость фильтрации в мкм.	Скорость фильтрации л./мин (м/ч)	Ресурс ф.э. в м ³
	Днар, мм	Двн, мм	Длина, мм	Вес, кг			
ТФ-Ц-03•	63	28	900	0,64	0,3	12(9,1)	27
ТФ-Ц-1•	63	28	900	0,76	1	54(40,1)	54
ТФ-Ц-5•	63	28	900	0,8	5	100(75,8)	100
ТФ-Ц-10•	63	28	900	0,8	10	100(75,8)	100
ТФ-Ц-2501••	114	28	1000	2	25/1	500(341)	250
ТФ-Ц-5005••	114	28	1000	2	50/5	500(341)	500
ТФ-Ц-7525••	114	28	1000	2	75/25	500(341)	650
ТФ-Ц-01003••	114	28	1000	2	1/0,3	100(68,3)	100

Примечание:

- - фильтрующий элемент с одинарным градиентом плотности;
- - фильтрующий элемент с двойным градиентом плотности.

Днар и Двн – наружный и внутренний диаметр фильтрующего элемента.

Скорость фильтрации в м./час рассчитана на границе внутреннего диаметра фильтрующего элемента.

В качестве альтернативного решения нами предлагается следующий способ очистки питьевой воды с помощью промышленной установки

Предлагаемая установка состоит из двух емкостей 2x1,5x1,2 (м) = 3,6 м³, фильтра из двух фильтрующих элементов, устройства электрокоагуляции и ультразвука, системы автоматического регулирования от аварийных режимов и насосного оборудования. Емкости могут служить для буферного запаса питьевой воды, фильтрующий материал полипропилен, подвергаемый регенерацией и обеззараживанию, система электрокоагуляции и обеззараживания позволят подготовить воду для качественной доочистки на второй ступени фильтрации. Установка компактна и не требует постоянного обслуживания, регламент профилактики – один раз в неделю.

Фильтрующая установка работает следующим образом. Очищаемую воду подают через водомер на нижний фильтр, где будут задерживаться все частицы более 5 мкм. Далее вода поступает в первую приемную емкость с перепадом 0,7 м, что создаст естественную аэрацию. Первая приемная емкость оборудована технологической

вертикальной перегородкой ПвЗ, где протекают процессы окисления, электрокоагуляции, интенсифицированных ультразвуком. В трубе Ду100 ультразвук проведет обеззараживание воды. Насосом Н1 вода будет подана на фильтр второй ступени, где будут задержаны все бактерии, взвешенные вещества с размером более 0,3 мкм. Очищенная вода попадет во вторую приемную емкость. С этой емкости воду можно перекачать в буферную емкость, находящуюся на максимально высокой геодезической отметке, с которой можно сделать разводку питьевой воды потребителям. Данную воду можно использовать и для бассейна, ванны. Разводку питьевой воды можно произвести и через циркуляционный насос марки ЦВС. Установка имеет следующие технико-экономические показатели: очистка от бактерий, взвешенных веществ – 100%; необходимость в реагентной обработке воды – нет; необходимость в технологической предочистке воды – нет; дезинфекция без применения хлора; большой запас по производительности – от 3 до 60 м³/сутки и более, без перестройки фильтрующей установки, изменяя график работы по времени.; автоматизация всего технологического процесса работы установки; нет в необходимости в замене фильтрующего материала, только его регенерация.

Установка не имеет аналогов, так как создана на базе изобретения.

Коммерческая стоимость установки «под ключ» 6,0 тыс. Еур.

3. Фильтры для плавательных бассейнов.

Бассейны требуют больших эксплуатационных затрат на поддержания высокого качества воды. В идеальном варианте она, как пресная, должна быть питьевого качества. После закачки свежей и нагретой воды, после купающихся людей, она смывает с их тел пот, слизь, бактерии и другие примеси. Через определенный период времени вода в бассейне приобретает неприятный вид, а далее и неприятный запах. Стенки и дно обрастают органическими соединениями.

Современные подходы к очистке воды в бассейнах следующие. В бассейнах меняют воду полностью или частично, пропускают ее через песчаные или угольные фильтры, моют стенки и дно опорожненного бассейна. При этом при опорожнении бассейнов безвозвратно теряется вода; происходит дополнительная нагрузка на городскую канализацию, что требует определенных материальных затрат; теряется тепловая энергия, затраченная на нагревание воды в холодное время года; применение кварцевых и сорбционных угольных фильтров (СУФ) не обеспечивают качественной очистки; угольные фильтры стоят дорого, быстро колюматрируются хлором, при этом происходит вынос СУФ при интенсивных промывках - регенерациях; дополнительно значительные потери чистой, горячей воды при интенсивных промывках фильтров: время - 6 мин, интенсивность – 18л/с·м²; оптимальная технологическая скорость фильтрации около 6 м/час, а поэтому они или не достаточно мощные или громоздкие.

Главным недостатком применяемых способов фильтрации является их неспособность задерживать бактерии.

Казалось бы, что проблема заключается в конструкции фильтра и его фильтрующем материале. Так существуют конкурентные решения по очистке воды плавательных бассейнов с использованием песчаных кварцевых фильтров. Такое оборудование поставляют многие зарубежные компании. Однако, мы считаем, что и эти способы несовершенны, так как из-за некомпетентности технического персонала, их обслуживание дает отрицательные результаты. В результате песчаные фильтры не оказывают влияние на коли-титр.

Все вышеперечисленные проблемы решаются с помощью фильтра (патент на изобретение 1086585).

Стоимость установки 60,0 тыс. Еур из расчета на фильтр производительностью 100 м³/час.

Технологические характеристики фильтра:

1. Скорость фильтрации 50 м/час и более.

2. 100% задержание бактерий, взвешенных веществ.
3. Возможное давление на фильтрующий материал 1- 2 атм.
4. Конструкция позволяет не иметь технологических ограничений.
5. Возможность простой регенерации фильтрующего материала.
6. Потери воды на регенерацию – не более 0,05%.
7. Возможность не дорогой дезинфекции фильтрующего материала.
8. Долговечность и износостойкость фильтрующего материала.
9. Простота конструкции фильтра и удобство в обслуживании.
10. Автоматизация и механизация в основном технологическом процессе.
11. Малый объем фильтрующего материала в фильтре.
12. Возможность создания фильтрующих комплексов на производительность 1000 м³/час и более.
13. Регенерация фильтрующего материала без его полной остановки.
14. Нет необходимости в отдельном помещении для фильтра – возможность совмещения водяной горки с конструкцией фильтра.

4. Проект автомойки на полном водообороте

Качество воды для мытья автомобилей, тракторов, бульдозеров и других машин должно соответствовать: взвешенные вещества – не более 100 мг/л; эфирорастворимые – не более 50 мг/л; рН – 6,5 – 8,6; прозрачность по штифту – не менее 5 см; жесткость общая – не более 30 мг - экв./л; сухой остаток – не более 3000 мг/л. Остановимся на показателе жесткости воды. Такая жесткость возможна лишь при наличие в воде хлоридов, этот показатель по квалификации относится к очень жесткой воде.

Нами принята концепция очистных сооружений автомойки, которая опирается на экономическую целесообразность: максимально уменьшить капитальные затраты на строительство зданий и максимально нарастить пропускную способность предприятие автомойки. Оборудование очистки воды предлагается размещать на открытых площадках. Мойку автомобилей можно также производить на открытых технологических площадках, что всецело оправдано в жаркие летние дни, или под специальными тентами, выпускаемых в настоящее время.

По проекту автомойка состоит из нескольких важных технологических элементов: площадки для мойки автомобилей, канализации, отстойника, фильтра, приемной емкости, резервуара чистой воды, насосной, ресиверов и компрессора.

Автомойка, спроектированная в системе «AutoCAD», может быть в двух вариантах: с одним ресивером или четырьмя. Последний вариант более производительный и имеет больше технологических функций, но и дороже на 1,65 тыс. Eur. Поэтому основной вариант – это автомойка с одним ресивером на стоимость «под ключ» - 7,1 тыс. Eur. Основным ближайшим его конкурентом по назначению является фирменное оборудование фирмы «KARCHER», типовой проект HDR 777. Приведем сравнительную характеристику двух решений.

Для обеззараживания в автомойке рассматривался пергидроль, для перманганата калия это будет стоить в 10 раз дешевле. В автомойке давление на мойку может быть 2,6, 9 атм. и, по желанию, 120 атм.

<i>Показатели</i>	Проекты	
	Автомойка на полном водообороте	HDR 777
Стоимость оборудования, полная, тыс. Eur	7,1	9,64
Производительность, м ³ /час	3	0,8
Стоимость фильтрующего материала, Eur	9,9	99
Стоимость спецхимии, Eur	34,2	171
Установленная эл. мощность, кВт	2,55	3,4
Возможность регенерации фильтрующего материала	Да	нет
Обеззараживание	Да	да
Фильтроцикл, м ³	>200	20
Себестоимость очистки, Eur /м ³	0,05	3,4
Производственная площадь под систему рециркуляции, м ²	3x2,2= 6,6	1,1x0,8=0,88*

*Для проекта HDR 777 площадь, занимаемая системой рециркуляции, уменьшена в несколько раз, т.к. не учтен важный элемент – отстойник, габариты которого в проекте не указаны, как и его стоимость изготовления и монтажа (которые также не были включены в рассмотренную смету затрат).

Данные предложения основаны на следующих материалах:

1. А. И. Демков « Экономические и технологические проблемы очистных сооружений водопровода» Вестник МСУ/Vestnik MSU/, «Технические науки», 2003, т.6, №2

2. Исследование воды фильтрацией на Запорожской АЭС.

3. Исследование воды фильтрацией на ВОС г. Ст. Крым.

4. Проект реконструкции типовых ВОС г. Ст. Крым.

5. Материалы международного конгресса ЭКВАТЭК – 2006 г. Москва.

6. Патент 1086585.

7. Интернет сайт www.AquaPoint.ru