



Оценка эффективности фильтров Puritii по очистке воды от биологических и химических загрязнений

Резюме лабораторного исследования фильтров воды Puritii за 2017г. по заказу ARIIX

Общая информация/Резюме

Фильтры для воды Puritii тестировались на предмет очистки воды от микробиологических (бактерий, вирусов и аналога ооцист криптоспоридия) и химических (неорганических, пестицидов, ЛОС и др.) загрязняющих веществ. Фильтр Puritii удалил более 99,9% всех микробиологических загрязнителей с наибольшим сокращением (> 99,9999) в бактериальной модели.

Цель исследования:

Целью данного исследования было измерить эффективности фильтров Puritii по очистке воды от биологических и химических загрязнений. Исследование проводилось лабораторией, аккредитованной по ISO/IEC 17025:2005.

Оборудование:

В данном исследовании использовалась вакуумная ловушка для подачи воды через фильтр под давлением 3.4-3.6 дюйма рт.ст. Перед началом испытаний через каждый фильтр пропускали 10 литров испытательной воды общего типа (состоящей из дехлорированной муниципальной воды, скорректированной в соответствии со стандартами NSF P231). После пролива использовали по три (3) фильтра для каждой из следующих категорий загрязнителей:

- Микробиологические, включая бактерии, вирус, и флуоресцентные микросферы
- Неорганические (тяжелые металлы, нитраты, медь, фторид)
- Пестициды и летучие органические углеродные соединения (ЛОС)
- Дополнительные химические вещества (свободный хлор, бисфенол-А, эстроген и ибупрофен).

Для каждой задачи использовали один (1) литр воды, содержащей образцы загрязняющих веществ. Данные образцы предварительно добавлялись в испытательную воду общего типа.

Затем отбирали пробу воды после фильтра и проводили анализ на содержание загрязняющих веществ. Процентное снижение рассчитывали по разнице между концентрациями загрязняющих веществ в воде до и после фильтрации.

Результаты:

Микробиологическое исследование:

Для проверки эффективности очистки от бактерий использовали *Raoultella terrigena*. Это организм из семейства Энтеробактерий, что делает его полезным аналогом родственных бактериальных патогенов этого семейства, включая кишечную палочку, сальмонеллу и шигеллы. Фильтр Puritii успешно справился с данной задачей, фильтровав в среднем 99,9999% бактерий.

Для проверки эффективности очистки от вирусов использовали бактериофаг MS-2. Этот вирус заражает членов семейства Энтеробактерий и использовался в данном исследовании, потому что он похож по размеру и форме на вирусы, которые инфицируют желудочно-кишечный тракт человека. В среднем Puritii отфильтровывал 99,95% этого вируса.

Микробиологический тест также включал использование флуоресцентных микросфер диаметром 3.0 микрометра, которые использовались в качестве суррогата для ооцист Криптоспоридия. Puritii отфильтровывал более 99,997% этих микросфер.

Таблица 1. Очистка воды от микробиологических загрязнителей фильтром Puritii

Микробиологические виды	Начальная концентрация	Средний % очистки	Средняя концентрация после фильтрации
Бактерии (<i>Raoultella terrigena</i>) ₁	4.2 x 10 ⁵ КОЕ/мл	99.9999	<0.45 КОЕ/мл
Вирус (бактериофаг MS-2) ₂	5.7 x 10 ⁵ БОЕ/мл	99.95	295 БОЕ/мл
Флуоресцентные микросферы диаметром 3.0 мкм ₃	3.3 x 10 ⁴ частиц/мл	99.997	<1 частиц/мл

Исследования по очистке от неорганических химических соединений:

В отношении очистки от тяжелых металлов в данном исследовании оценивалась эффективность фильтра Puritii по удалению мышьяка, свинца и ртути. Фильтр Puritii очистил воду от более чем 99% каждого из этих видов. Среди прочих металлов была медь и хром +6. Puritii отфильтровал более 97,8% меди и 59,3% хрома +6.

Дополнительно оценивалась эффективность очистки от нитратов и фторида в качестве неорганических химических соединений. Фильтр Puritii удалил 13% нитратов и 41,3% фторида.

Таблица 2. Очистка воды от неорганических химических загрязнителей фильтром Puritii.

Неорганические химические виды	Начальная концентрация	Средний % очистки	Средняя концентрация после фильтрации
Мышьяк (As)	0.47 мг/л	>99	0.0040 мг/л
Хром +6 (Cr)	0.050 мг/л	59.3	0.020 мг/л
Свинец (Pb)	0.47 мг/л	>99.3	0.0022 мг/л
Медь (Cu)	0.46 мг/л	>97.8	0.00255 мг/л L
Ртуть (Hg)	410 мкг/л	99.8	1 мкг/л
Нитраты	23 мг/л	13	20 мг/л
Фторид	1.3 мг/л	41.3	0.763 мг/л

Исследования по очистке от пестицидов:

Для проверки эффективности фильтра Puritii по очистке воды от пестицидов использовали несколько экологически безопасных пестицидов. В отношении каждого испытуемого вида фильтр Puritii показал степень очистки > 95%.

Таблица 3. Очистка воды от пестицидов фильтром Puritii

Виды пестицидов	Начальная концентрация (мкг/л)	Средний % очистки	Средняя концентрация после фильтрации (мкг/л)
4,4'-DDT	22	>95	<1.1
Альдрин	27	>96.3	<1.1
Эндосульфан I	61	>98.2	<1.1
Эндрин	140	>99.2	<1.1
Гептахлор	27	>96.3	<1.1
Линдан	280	>99.6	<1.1

Исследования по очистке от ЛОС:

Были проведены исследования по очистке воды фильтром Puritii от различных видов ЛОС, включая органические растворители, исходные материалы полимеров и нефтяные дистилляты. Для всех, кроме двух видов, степень фильтрации составила более 90%. Для двух ставшихся видов (ацетона и хлороформа) степень фильтрации составила 77,9% и 74,5% соответственно. Возможно, эти более низкие % фильтрации обусловлены меньшим размером рассматриваемых соединений.

Таблица 4. Очистка воды от ЛОС загрязнителей фильтром Puritii

Виды ЛОС	Начальная концентрация (мкг/л)	Средний % очистки	Средняя концентрация после фильтрации (мкг/л)
1,2-дибром-3-хлорпропан	450	99.5	2.5
Ацетон	83	77.9	18.34
Бензол	420	97.8	9.24
cis-1,3- Дихлорпропен	420	94.8	21.84
Хлороформ	420	74.5	107.1
Изопропилбензола	400	>99.9	< 0.52
Нафталин	830	>99.7	< 2.5
Стирол	420	>99.8	< 0.98
Толуол	400	99.6	1.6
О-Ксилол	430	>99.9	< 0.50



Исследования по очистке от иных химических компонентов:

В дополнение к вышеуказанным исследованиям была проведена оценка эффективности очистки от свободного хлора, бисфенола-А (BPA), эстрона и ибупрофена, при этом фильтр Puritii удалил > 97,9% каждого из них.

Таблица 5. Очистка воды от иных химических компонентов фильтром Puritii

Иные виды химических компонентов	Начальная концентрация	Средний % очистки	Средняя концентрация после фильтрации
Свободный хлор	2.01 мг/л	>97.9	<0.01 мг/л
BPA	2.7 x 106 нг/л	99.5	2350 (нг/л)
Эстрон	3.8 x 105 нг/л	99.6	1520 (нг/л)
Ибупрофен	4.9 x 106 мкг/л	99.5	2.4 x 104 (нг/л)

Значение исследования

Это исследование показало, что фильтр Puritii успешно очищает воду от многих загрязняющих веществ, которые обычно встречаются в наших повседневных источниках воды.

Вывод

При том, что фильтр очистил не от всех загрязняющих веществ, представленных в данном исследовании, фильтр для воды Puritii продемонстрировал эффективную степень очистки (т.е. > 90%) от всех испытуемых видов микробиологических и химических загрязнителей, с которыми можно столкнуться при ежедневном использовании фильтра.

Приложение 2019 года: Дополнительные испытания по очистке от пер- и полифторалкильных веществ (PFAS)

PFAS – это созданные человеком искусственные вещества, которые используются в промышленных процессах. Исследования показали, что они могут накапливаться в организме и пагубно влиять на здоровье (<https://www.epa.gov/pfas>). Данное исследование было проведено для оценки эффективности фильтра Puritii по очистке от соединений PFAS. Для каждого соединения испытывалось по шесть образцов, и в каждом случае соединения были либо ниже минимальных пределов обнаружения, либо обнаружены, но ниже отчетных пределов (то есть, были обнаружены лишь следы).

Вещества PFAS	Единицы	Отчетный предел	Мин предел обнаружения	Не определено (# образцов)	Обнаружены следы (# образцов)
Перфтороундекановая кислота (PFUnA)	нг/л	20	3.7	6 из 6	
Перфтортридекановая кислота	нг/л	20	3.2	5 из 6	1 из 6
Перфтортетрадекановая кислота	нг/л	20	5.2	2 из 6	4 из 6
Перфторпентановая кислота (PFPeA)	нг/л	20	3.6	2 из 6	4 из 6
Перфтороктановый сульфонат (PFOS)	нг/л	20	3.3	4 из 6	2 из 6
Перфтороктановый сульфонамид (PFOSA)	нг/л	20	5.8	6 из 6	
Перфторнонановая кислота (PFNA)	нг/л	20	4.6	6 из 6	
Перфтор-н-октановая кислота (PFOA)	нг/л	20	5.3	6 из 6	
Перфторгексановая кислота (PFHxA)	нг/л	20	4.6	2 из 6	4 из 6
Перфторгексан сульфонат (PFHxS)	нг/л	20	4	3 из 6	3 из 6
Перфторгептановая кислота (PFHpA)	нг/л	20	4.7	6 из 6	
Перфторгептан сульфонат	нг/л	20	3.6	5 из 6	1 из 6
Перфтордодекановая кислота (PFDoA)	нг/л	20	5.7	6 из 6	
Перфтордекановая кислота (PFDA)	нг/л	20	6.6	6 из 6	
Перфтордекан сульфонат	нг/л	20	4.3	6 из 6	
Перфторбутановая кислота	нг/л	20	6.6	1 из 6	5 из 6
Перфторбутан сульфонат (PFBS)	нг/л	20	1.9		6 из 6
N-метилперфтороктановый сульфонамидол	нг/л	20	6.1	6 из 6	
N-метилперфтороктановый сульфонамид	нг/л	20	4	6 из 6	
N-метилперфтороктановый сульфонамид N-этилперфтороктановый сульфонамидоэтанол	нг/л	20	4.9	6 из 6	
N-этилперфтороктановый сульфонамид	нг/л	20	5.3	6 из 6	
MeFOSAA	нг/л	20	4.3	6 из 6	
EtFOSAA	нг/л	20	4	6 из 6	
6:2 Фторотеломер сульфонат	нг/л	20	5.5	6 из 6	
8:2 Фторотеломер сульфонат	нг/л	20	6.5	6 из 6	



6

Эти дополнительные данные показывают эффективность фильтра Puritii в снижении или устранении PFAS из воды. Это еще одна причина быть уверенным в нашей системе фильтрации воды Puritii.