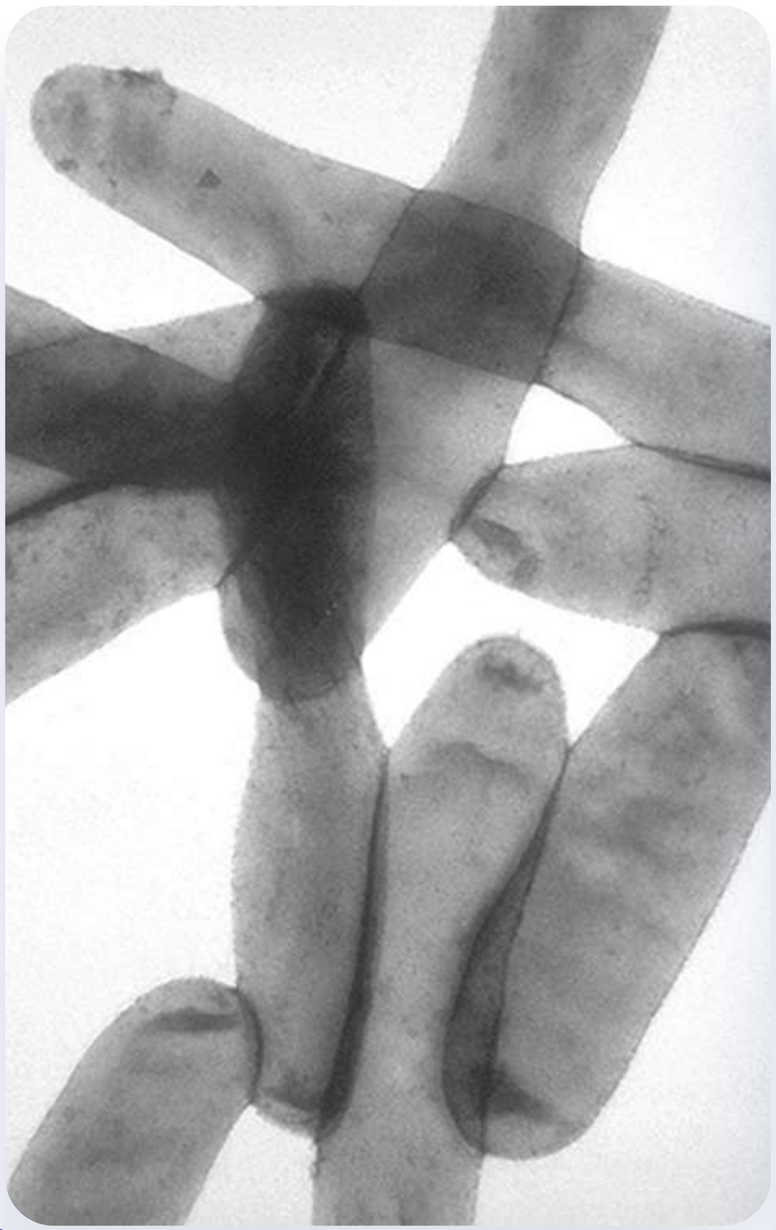
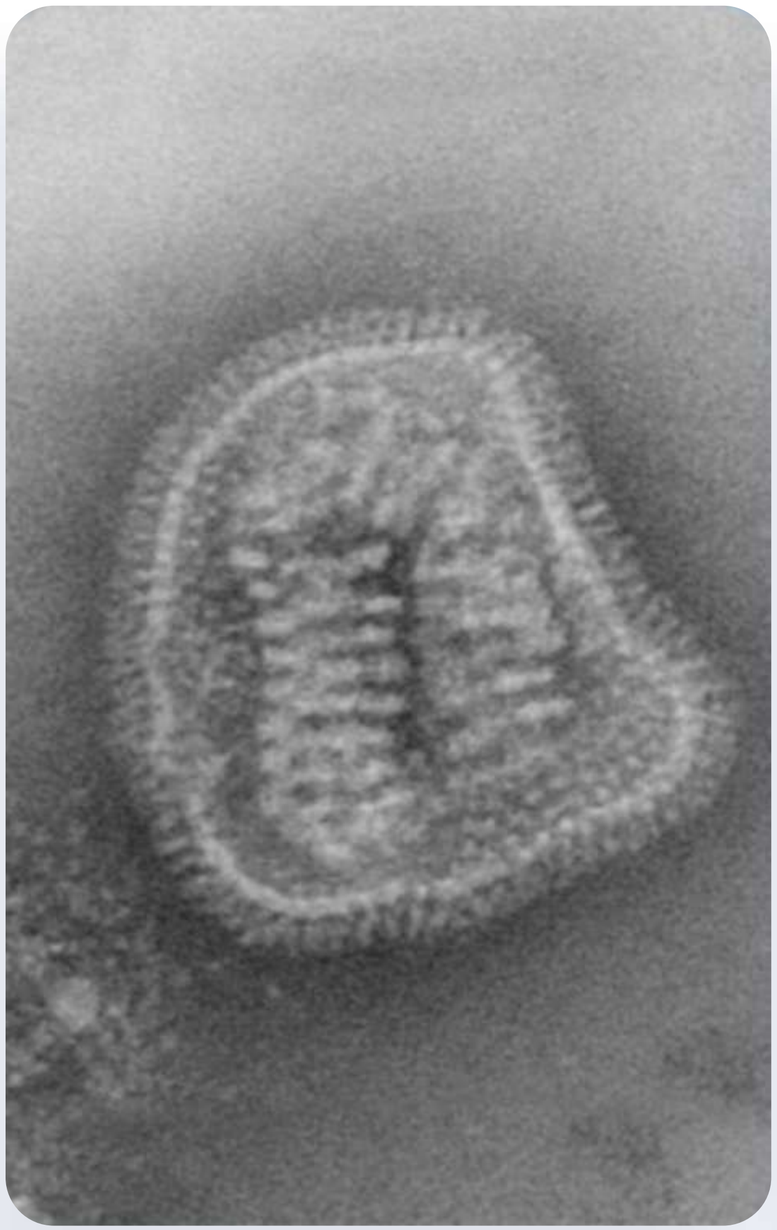
Виды микробиологического загрязнения воздуха: бактерии, вирусы, споры грибов

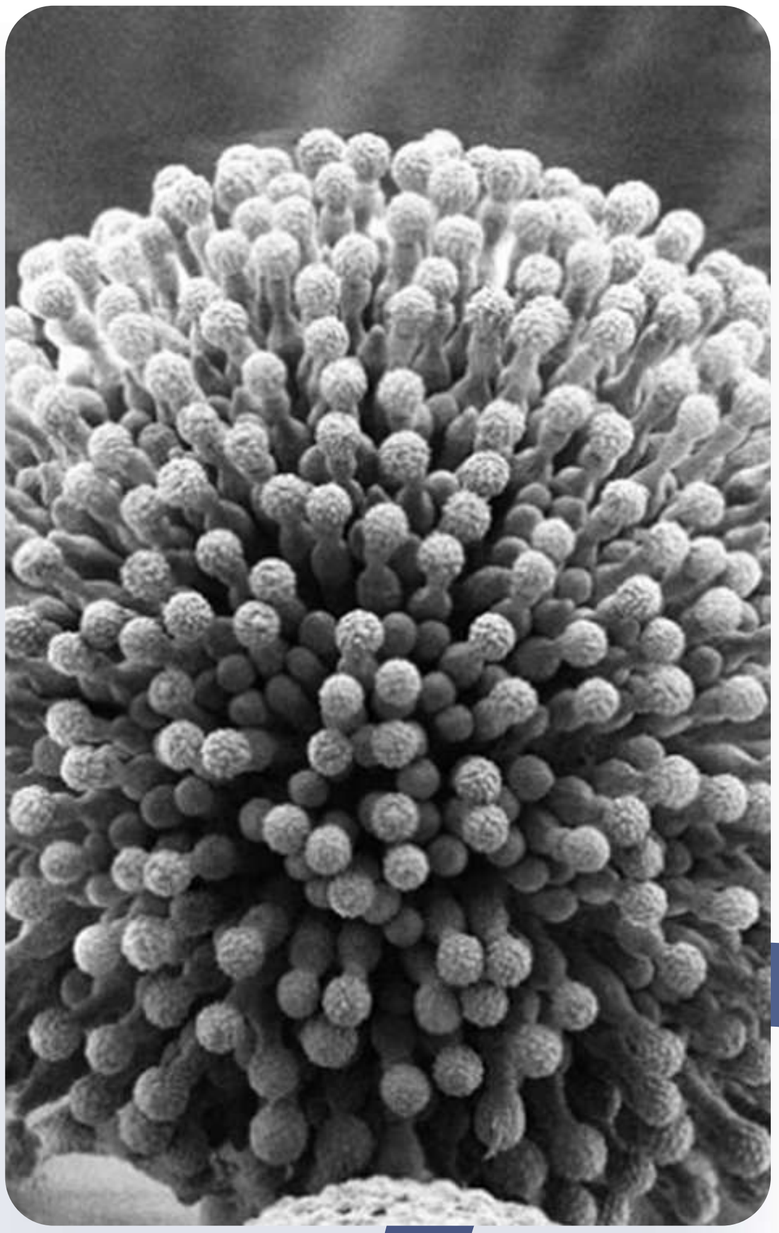
Легионеллы



Вирусы гриппа



Плесневые грибы аспергиллы



Норматив микробиологического обсеменения воздуха в РФ

В РФ максимальный уровень загрязнения воздуха микроорганизмами задается только для некоторых категорий помещений:
- лечебные помещения по ГОСТ Р 52539 - 2006 и СанПиН 2.1.3.2630 - 10;
- производственные помещения по МУК 4.2.734 – 99 и ГН 2.1.6.3537 - 18;
- метрополитен по СП 2.5.1337-03.

Воздух для других помещений, для общественного транспорта, а также для улиц в РФ не нормируется.

Загрязнение измеряется в КОЕ/м^3 – количество колониеобразующих единиц (т.е. живых микроорганизмов: бактерий, спор бактерий и спор грибов) на кубический метр воздуха.

Для медицинских помещений класса Б, например, больничных палат, норматив составляет 750 КОЕ/м^3.

Разумный «мягкий» ориентир – норматив для метрополитена, для которого нормируется максимальное общее содержание микроорганизмов:
- 1500 КОЕ/м^3 для летнего периода,
- 2500 КОЕ/м^3 для зимнего периода.

В том числе содержание спор грибов в воздухе нормируется в международной литературе на уровне 50 – 1000 КОЕ/м^3. Ведущими микологами в РФ предложен порог 500 КОЕ/м^3.

Содержание вирусов не нормируется, так как нет доступных способов измерения их количества за пределами научных лабораторий. Загрязнение воздуха вирусами при работе увлажнителей не будем исследовать в силу малой вероятности этого явления.

Категории загрязнения воздуха в зависимости от содержания микроорганизмов в воздухе помещений для ЕС

Источник: Comission of the European Communities (CEC), 1993.

Группа микроорганизмов	Содержание в воздухе домов, КОЕ/м3	Категория загрязнения воздуха
Бактерии	< 100	Очень низкая
	100 – 500	Низкая
	500 – 2500	Средняя
	2500 – 10000	Высокая
	> 10000	Очень высокая
Грибы	< 50	Очень низкая
	50 – 200	Низкая
	200 – 1000	Средняя
	1000 – 10000	Высокая
	> 10000	Очень высокая

Расчет максимального содержания бактерий в воде с точки зрения соблюдения норматива обсемененности воздуха

Какое максимальное количество бактерий и грибов может содержаться в воде, чтобы воздух после увлажнения оставался безопасным?

Примем как верхнее допустимое значение обсемененность воздуха 2500 КОЕ/м^3, что соответствует мягкому нормативу РФ для метрополитена и «средней» концентрации для Европы.

Рассмотрим ситуацию:
- на улице 0°С, RH=60%;
- внутри помещения +23°С, RH=40%.

Необходимое увлажнение приточного воздуха составит примерно 6 мл$_{воды}$/м^3.

Из этого следует, что содержание микроорганизмов в распыляемой воде должно быть **не более 400 КОЕ/мл**

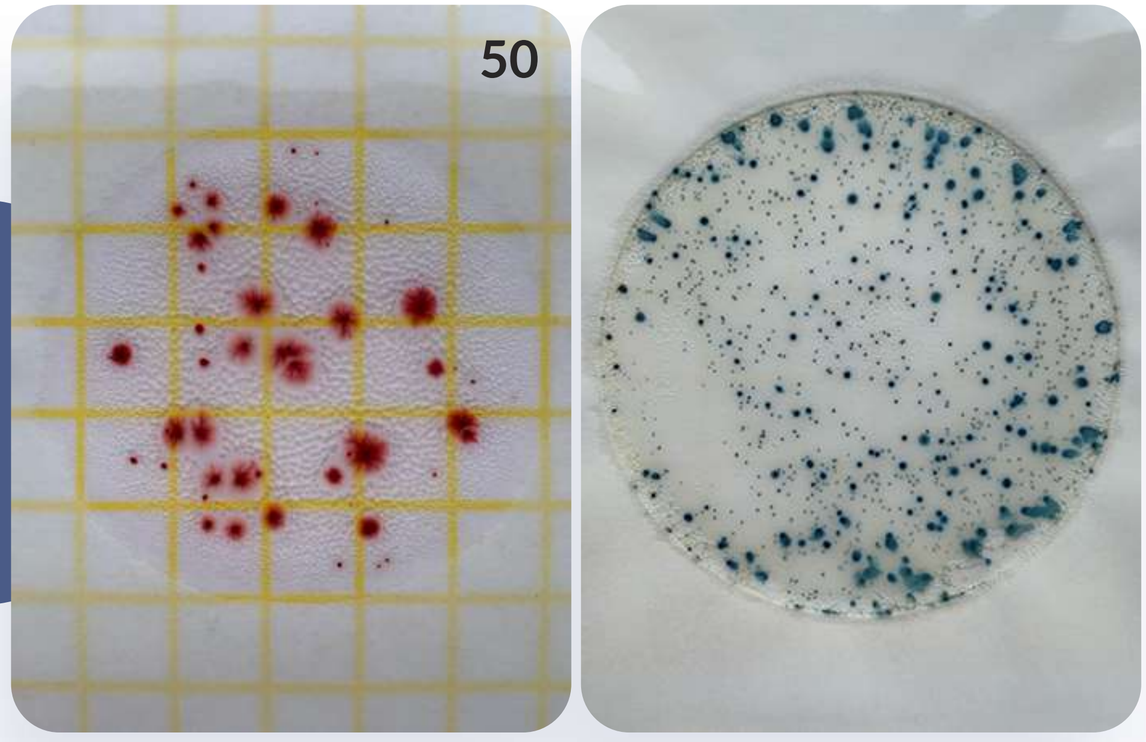
(результат округления $\frac{2500\ кое/м^3}{6\ мл/м^3}$).

Много это или мало? Это нестрогое ограничение. Согласно действующим в РФ санитарным нормам (СанПиН 2.1.4.1074-01 и СанПиН 2.1.4.1116-02), общее микробное число (ОМЧ) не должно превышать:
- для водопровода 50 КОЕ/мл;
- для бутилированной воды 20 КОЕ/мл.

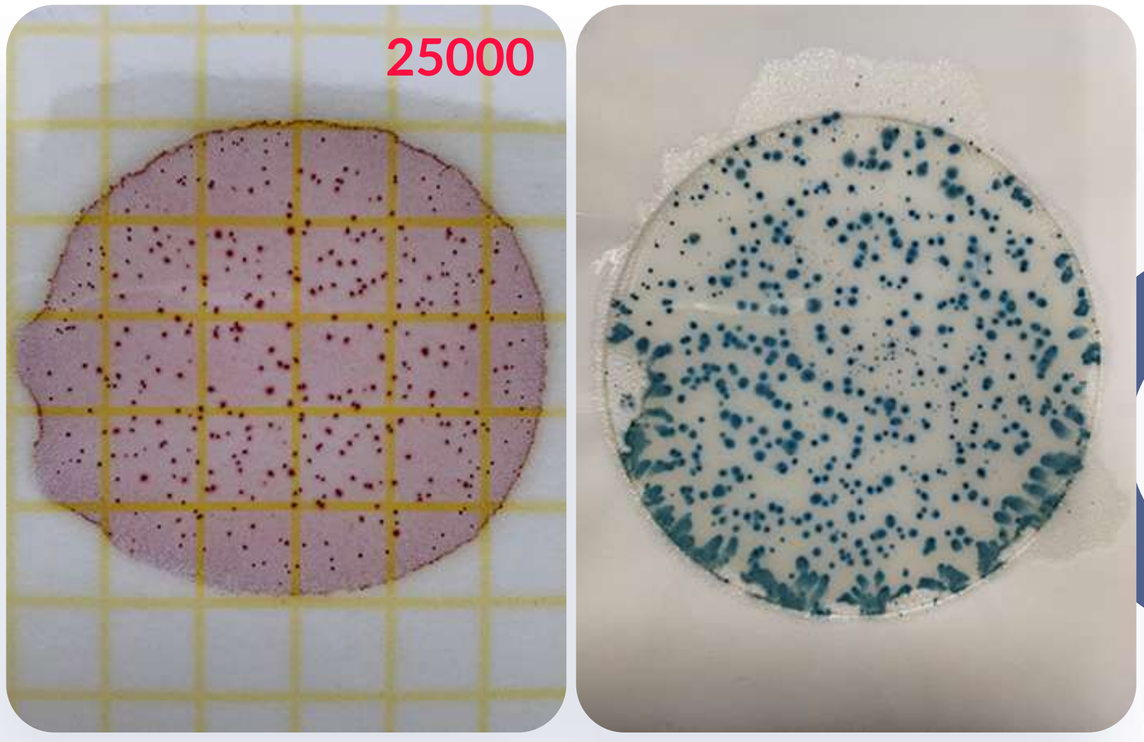
Ультразвуковой увлажнитель: результаты экспериментов по определению содержания бактерий в воде

В эксплуатировавшийся ранее, но продезинфицированный напольный ультразвуковой увлажнитель была залита вода после бытового фильтра обратного осмоса.

Эксперимент 1. Вода стояла без промывки 1 день.
ОМЧ = 50 . Норматив не превышен.



Эксперимент 2. Вода стояла без промывки 1 неделю.
ОМЧ = 25000 . Норматив превышен в 62,5 раза!



Примечание: из-за отсутствия хлора обратноосмотическая вода более склонна к росту микрофлоры, чем водопроводная.

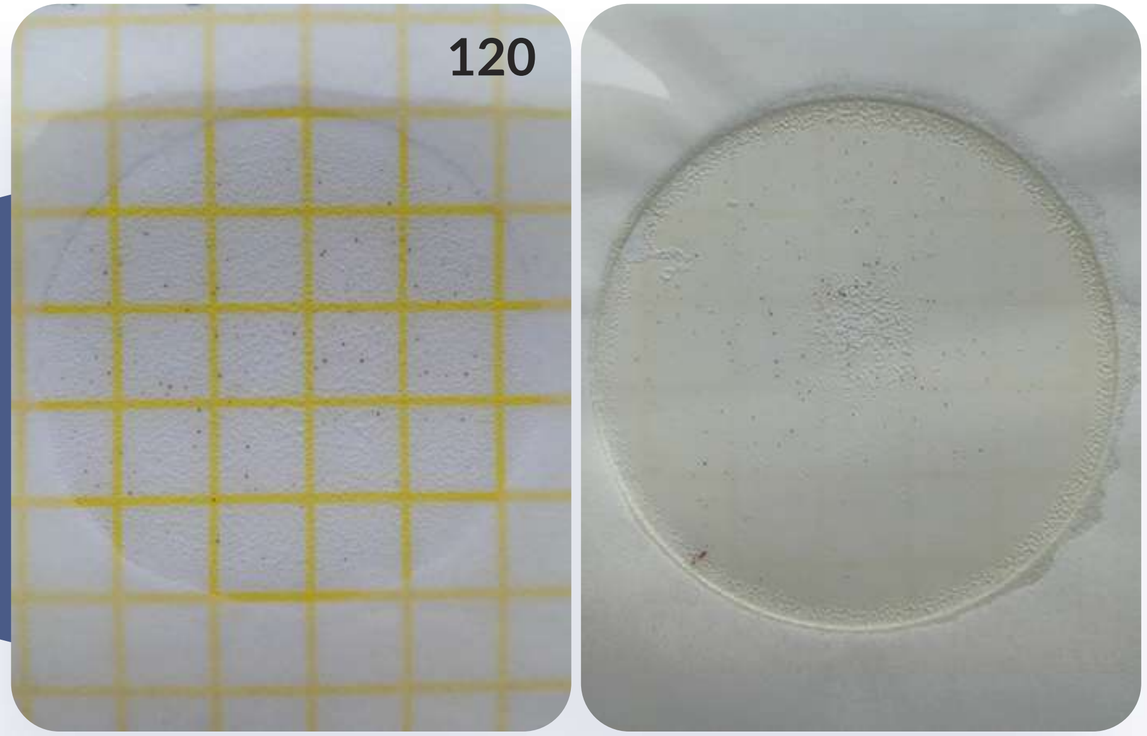
Вывод 1: все внутренние элементы ультразвукового увлажнителя должны промываться и дезинфицироваться ежедневно.

Вывод 2: предпочтение следует отдать ультразвуковым увлажнителям с ультрафиолетовой лампой внутри, которая существенно

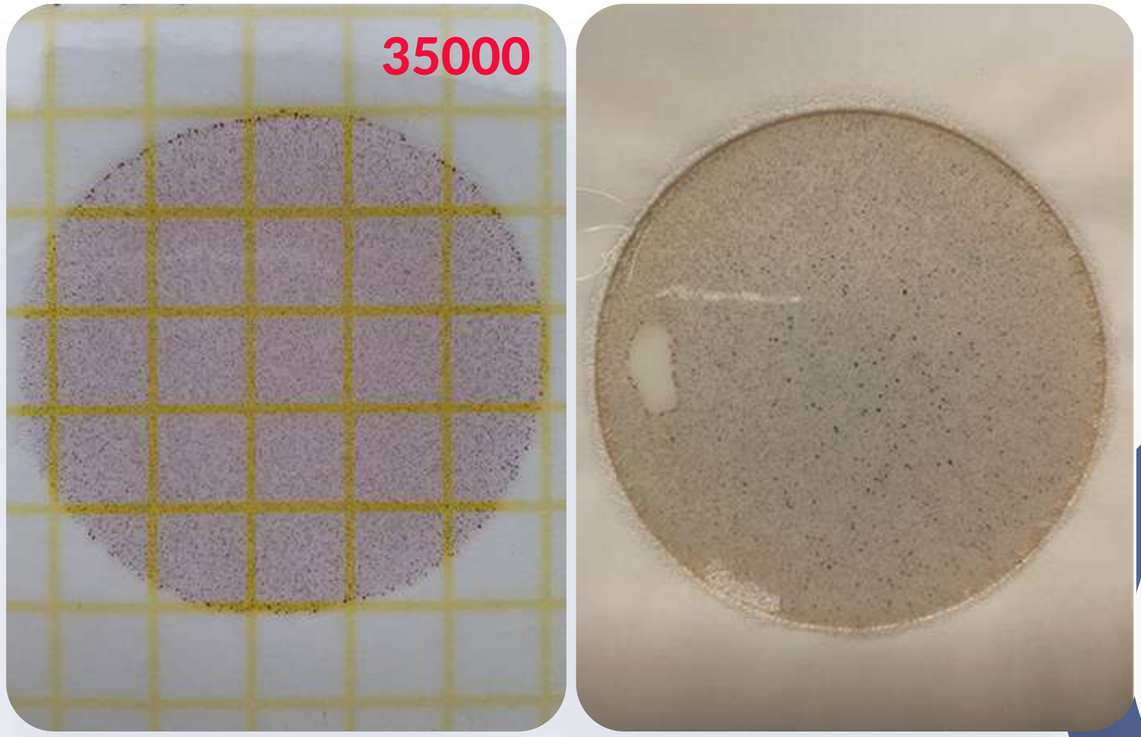
Мойки воздуха: результаты экспериментов

В эксплуатировавшийся ранее, но промытый и продезинфицированный «традиционный» увлажнитель заливалась водопроводная вода.

Эксперимент 3. Вода стояла без промывки 1 день.
ОМЧ = 120 . Норматив не превышен.



Эксперимент 4. Вода стояла без промывки 1 неделю.
ОМЧ = 35000 . Норматив превышен в 87 раз!



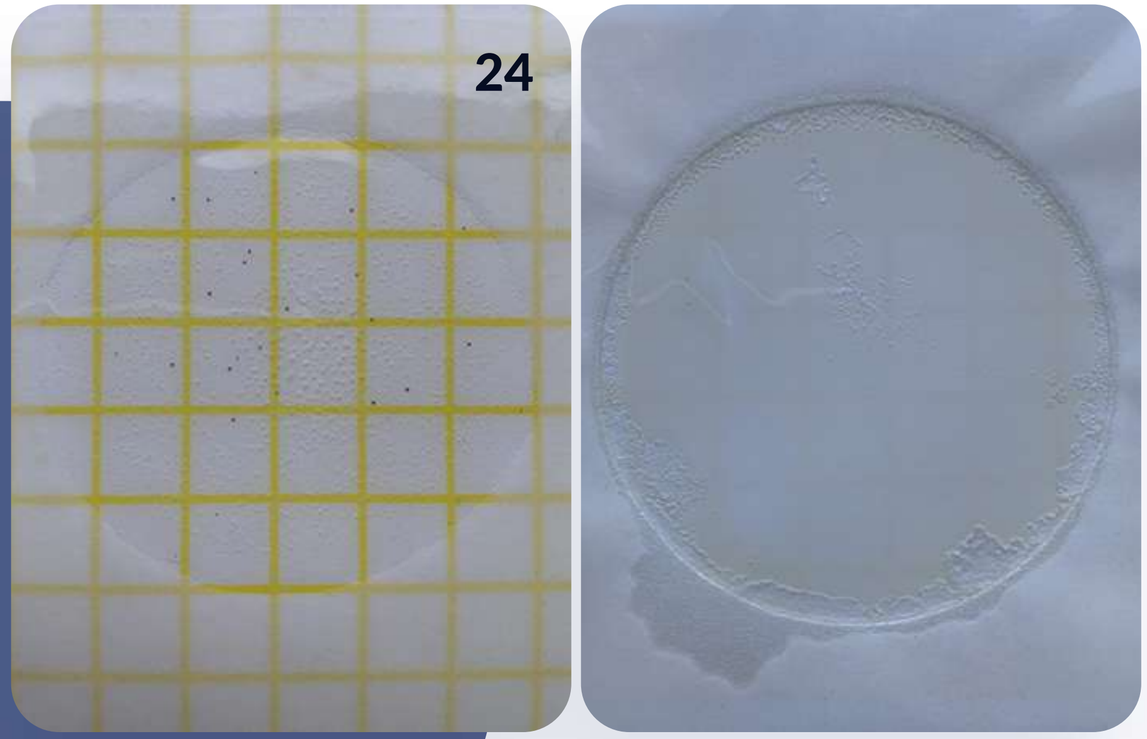
Примечание 1: благодаря содержанию хлора, водопроводная вода более устойчива к росту микрофлоры, чем обратноосмотическая.

Примечание 2: расчет загрязнения воздуха исходя из загрязнения воды нельзя применять напрямую к данному типу увлажнителя, так как микроорганизмы не полностью переходят в воздух.

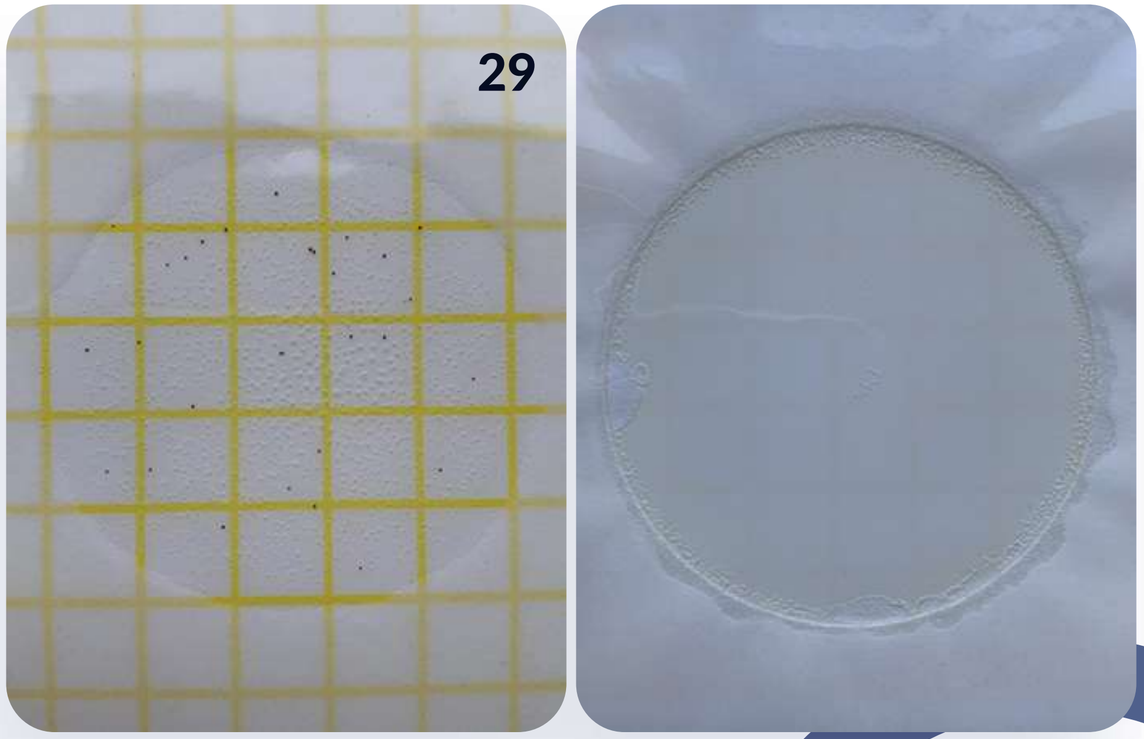
Вывод: все внутренние элементы традиционного увлажнителя должны промываться и дезинфицироваться ежедневно.

Эксперимент с содержанием бактерий в распыляемой воде у Universe и Superior 18

Эксперимент 5. Распыляемая вода из форсунки системы увлажнения воздуха Universe. ОМЧ = 24 .
Ниже норматива в 17 раз.



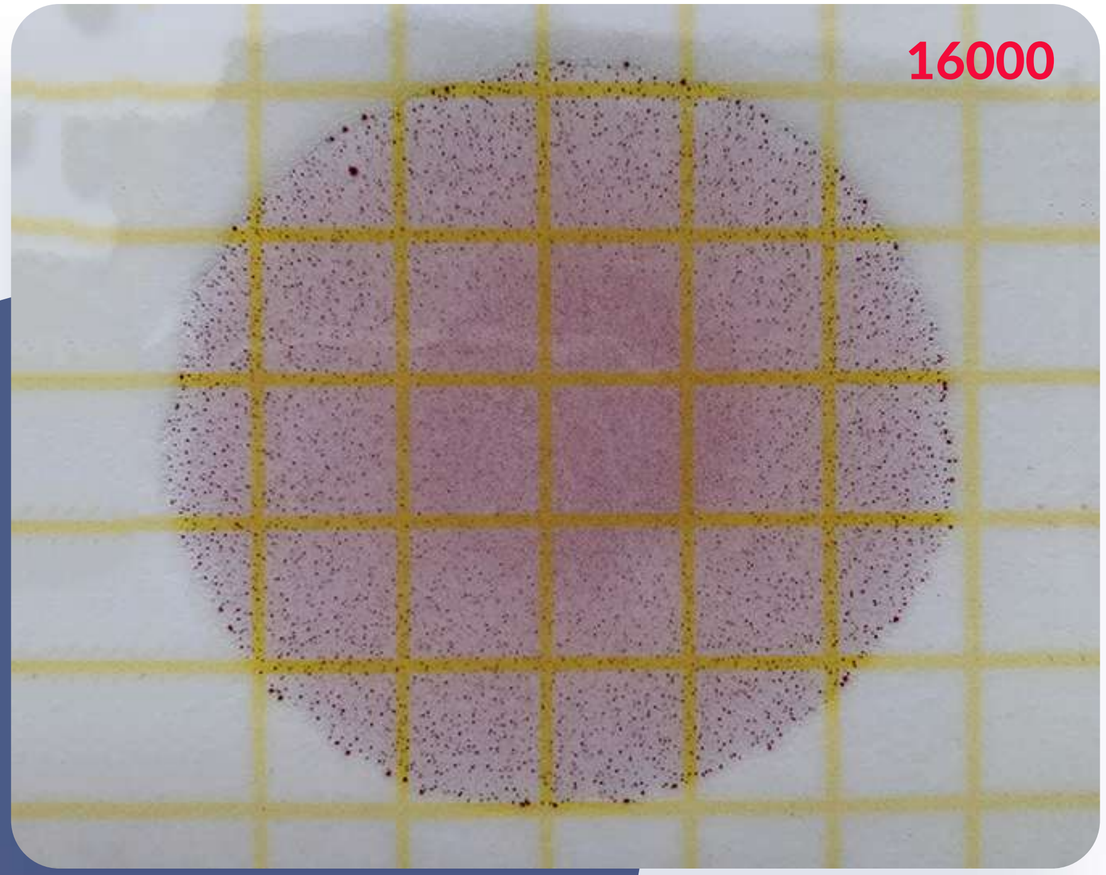
Эксперимент 6. Распыляемая вода из форсунки системы увлажнения воздуха BuhlerAHS Superior 18. ОМЧ = 29 .
Ниже норматива в 14 раз.



Эксперимент с искусственно построенной «коллекторной» форсуночной системой на базе тефлона с центрально расположенными клапанами управления

Архитектура системы не предполагает регулярных промывок трубопровода высокого давления. При этом используется труба высокого давления с внутренним слоем из Тефлона, длина тупиковых «лучей – отводов» 10 м. В качестве источника воды использовался стандартный центральный модуль Superior 18, гарантированно дающий чистую воду.

Эксперимент 7. Система проработала неделю. Взята на пробу распыляемая вода из форсунки. ОМЧ = 16000 .
Норматив превышен в 40 раз!

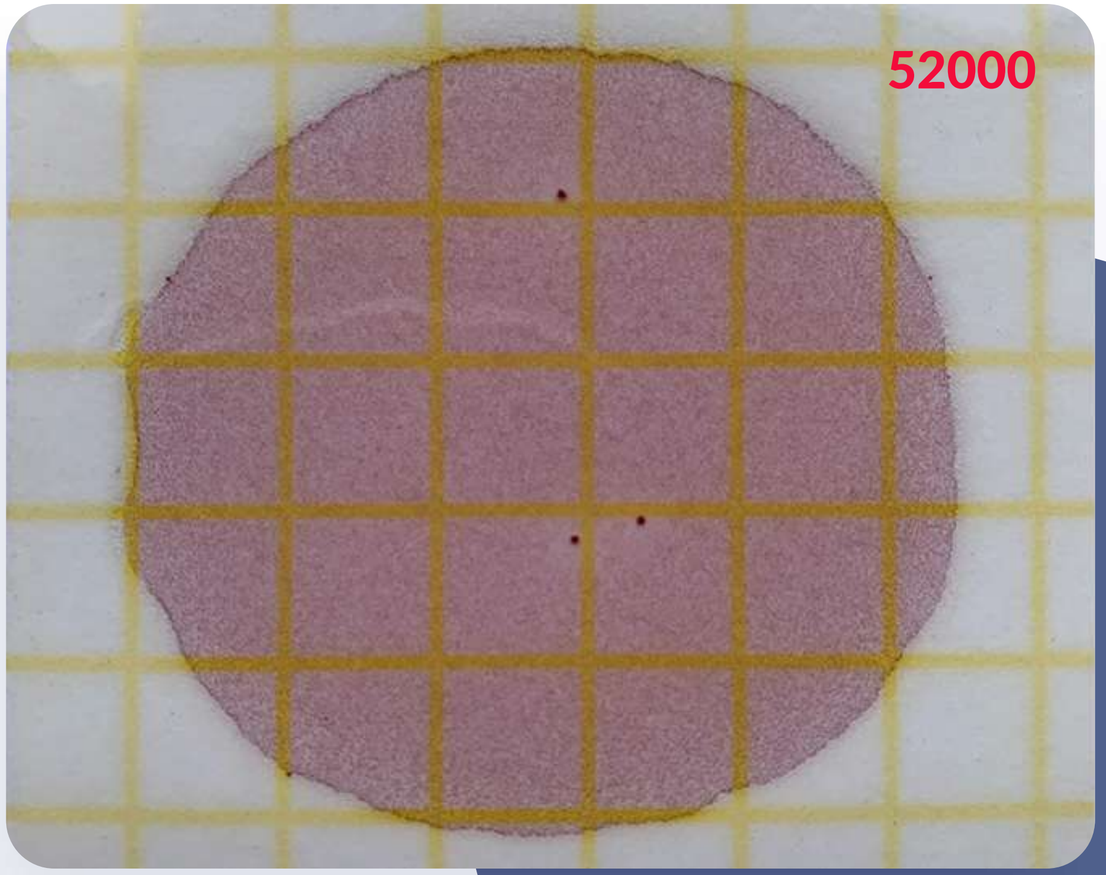


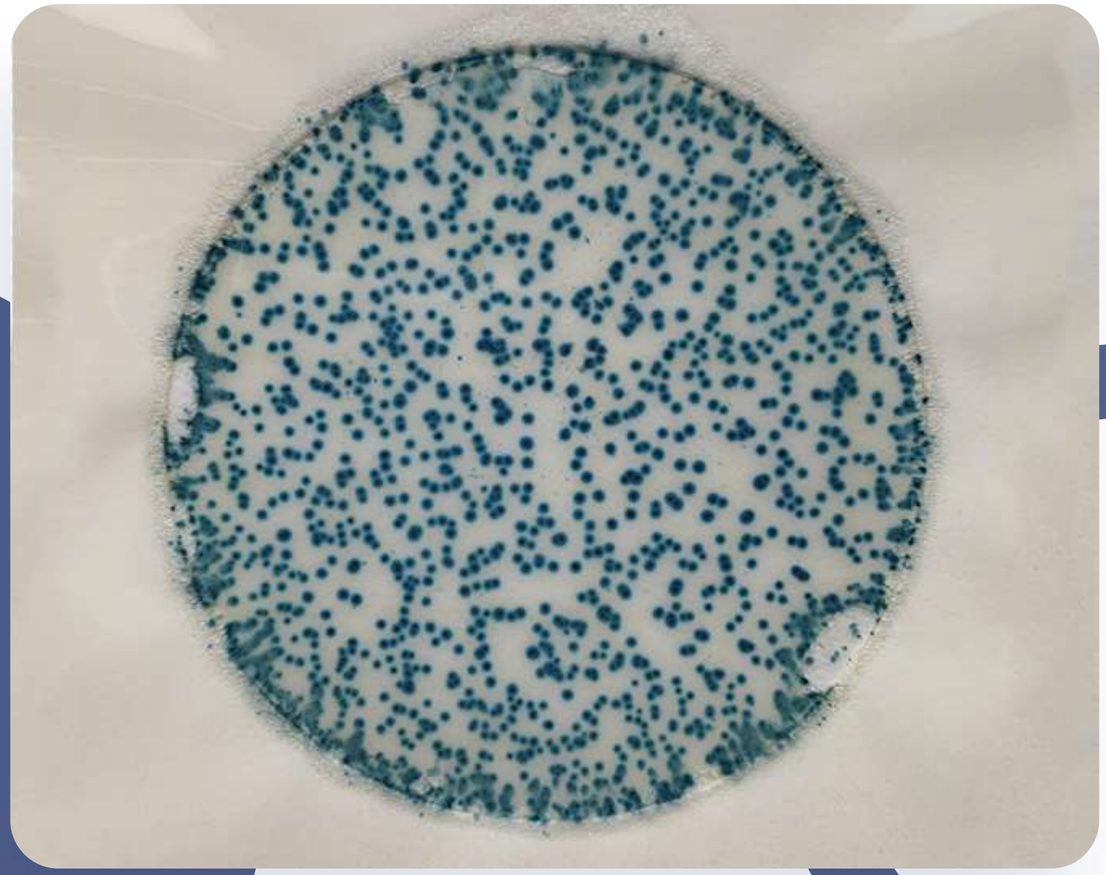


Эксперимент с искусственно построенной «коллекторной» форсуночной системой на базе трубки из полиамида с центрально расположенными клапанами управления

Архитектура системы также не предполагает регулярных промывок трубопровода высокого давления. Используется труба высокого давления с внутренним слоем из полиамида, длина тупиковых «лучей – отводов» 10 м. В качестве источника воды использовался стандартный центральный модуль Superior 18, дающий чистую воду.

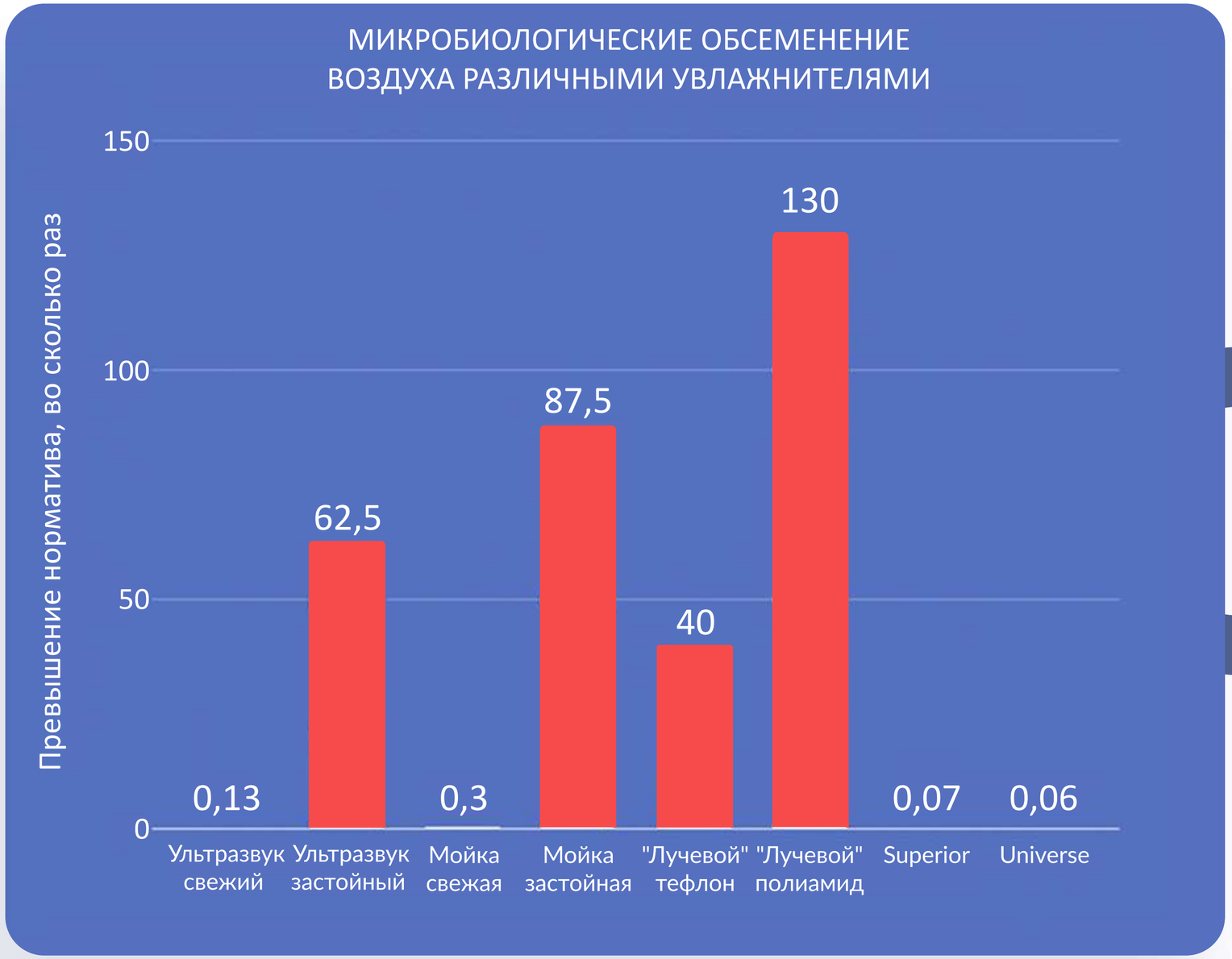
Эксперимент 8. Система проработала неделю. Взята на пробу распыляемая вода из форсунки. ОМЧ = 52000 .
Норматив превышен в 130 раз!





Итоговый график по загрязнению воздуха бактериями по результатам экспериментов

Описание	ОМЧ	Превышение
Ультразвук свежий	50	0,13
Ультразвук застойный	25000	62,5
Мойка свежая	120	0,3
Мойка застойная	35000	87,5
"Лучевой" тефлон	16000	40
"Лучевой" полиамид	52000	130
Superior	29	0,07
Universe	24	0,06



Почему вода в системах Universe и BuhlerAHS безопасна?

1. Используется кольцевая архитектура трубопровода высокого давления с постоянными промывками, микроорганизмы не накапливаются на внутренних поверхностях трубы.

2. Используется трубка высокого давления с тефлоновым внутренним слоем. Тефлон препятствует прикреплению биопленок на своей поверхности, а также не может служить пищей никаким бактериям, в отличие от полиамида, полиэстера и полиэтилена.

3. Внутренние компоненты центрального оборудования выполнены из материалов, не поддерживающих рост микрофлоры.

4. Внутренние компоненты центрального оборудования регулярно промываются.

5. В каждой системе по 4 антибактериальных барьера.

- в **Universe**: ультрафильтрационная мембрана, мембрана обратного осмоса №1, мембрана обратного осмоса №2, ультрафиолетовый стерилизатор;

- в **Manitoba 12** и **Playgreen 6 / 12**: ультрафиолетовый стерилизатор №1, мембрана обратного осмоса с двойным прогоном, ультрафильтрационная мембрана, ультрафиолетовый стерилизатор №2.

- **в Superior 18**: ультрафильтрационная мембрана предварительного фильтра UCF700, мембрана обратного осмоса №1, мембрана обратного осмоса №2, объемный ультрафиолетовый стерилизатор непрерывного действия с циркуляцией воды через трассу высокого давления и стерилизатор.

Каким основным принципа должна соответствовать любая система форсуночного увлажнения.

Обязательные критерии:

- многоступенчатая стерилизация воды внутри центрального оборудования;
- кольцевая структура, максимально короткие отводы к форсункам;
- регулярные автоматические промывки внутренних компонентов и трассы высокого давления;
- использование трубок высокого давления, внутренний слой которых сделан из Тефлона или иного материала, который не является пищей для микроорганизмов и препятствует прикреплению биопленок; ни полиамид, ни полиэстер, ни полиэтилен не соответствуют данному требованию;
- использование штатных комплектующих, допущенных до контакта с пищевыми продуктами.

На что обратить внимание при монтаже систем увлажнения BuhlerAHS и Universe:

2 простых правила:

- не загрязнять трубу высокого давления внутри во время монтажа;

- не снимать заглушки раньше времени.



Правильная эксплуатация систем увлажнения BuhlerAHS и Universe:

2 простых правила:

- не отключать центральное оборудование;

- своевременно менять УФ лампы (только для генераций G0 и G1 BuhlerAHS и для Universe).



Развенчание мифов о безопасной эксплуатации форсуночных систем:

1. Только ультрафиолета как единственной антибактериальной меры недостаточно, нужен весь комплекс мер.

- ультрафиолет плохо уничтожает споры бактерий и грибов;
- кварцевая колба стерилизатора может загрязняться, резко уменьшая эффективность;
- ультрафиолетовая лампа может перегореть или пользователь может пропустить время для её замены;
- есть эффект частичного оживления микроорганизмов после облучения ультрафиолетом;
- источником обсеменения могут быть элементы системы после ультрафиолета: насосы, фитинги и трубки.

2. Обратный осмос удаляет микроорганизмы, которые были во входной воде, но полученная обратноосмотическая вода более склонна к быстрому накоплению бактерий после фильтрации из-за отсутствия хлора, то есть обратный осмос сам по себе полностью не решает проблему бактериального обсеменения воды.

Как минимизировать потенциальный вред от бытовых увлажнителей

Для ультразвуковых увлажнителей:

- использовать модели с ультрафиолетовой дезинфекцией;

- мыть с моющими средствами ежедневно, моющие средства тщательно смывать; лучше мыть в посудомоечной машине, если элементы позволяют;

- менять воду ежедневно;

- заливать воду из прямоточного осмоса без накопительного бака, с ультрафиолетовой пост-обработкой.

Для «моек воздуха»:

- ежедневно мыть, лучше в посудомоечной машине;

- воду менять ежедневно;

- если имеется хорошая водопроводная вода – лучше заливать ее, в ней содержится хлор, который тормозит рост микрофлоры на некоторое время.

Канальные парогенераторы: вероятные проблемы

В канальных парогенераторах вода подвергается длительному кипячению, уничтожаются микроорганизмы.

Источником загрязнения воздуха микроорганизмами являются внутренние поверхности воздуховодов, которые могу намокать в процессе эксплуатации. Условия для возникновение мокнущих участков:

- недостаточное сечение воздуховода
- недостаточная теплоизоляция воздуховода
- прохождение воздуховода по холодным помещениям
- недостаточная скорость движения воздуха по воздуховоду
- отсутствие автоматики для защиты приточного воздуха от переувлажнения
- резкие повороты, сужения или расширения, а также изменение поперечной формы воздуховода

Циклическая работа парогенератора приводит к тому, что намокшие участки периодически высыхают и обсеменяют проходящий воздух спорами микроорганизмов. Особенно актуальна проблема для плесневых грибов.

Качественно о наличии проблемы можно узнать по характерному затхлому запаху из приточного воздуховода.

Обязательные правила построения и работы для разных типов увлажнителей



Форсуночные увлажнители:

- многоступенчатая стерилизация;
- трубопровод из Тефлона;
- кольцевая схема трассы;
- регулярные промывки.



Ультразвуковой увлажнител:

- дезинфицированная обратноосмотическая вода;
- встроенная ультрафиолетовая дезинфекция;
- ежедневно мыть и дезинфицировать, прополаскивая;
- ежедневная смена воды.



Канальные парогенераторы:

- воздуховоды без резких изменений формы и поворотов;
- достаточный объем приточного воздуха;
- автоматика защиты от переувлажнения;
- дезинфекция воздуховодов 2 раза в год.



Мойка воздуха:

- хлорированная водопроводная вода;
- ежедневная смена воды;
- ежедневно мыть, споласкивая.

Спасибо за внимание!

Адрес нашего шоу-рума: г. Москва, 1-й Магистральный тупик, 5А, Бизнес-центр «Магистраль Плаза»

Web: www.buhler-ahs.ru

E-mail: info@buhler-ahs.ru

Телефон: +7 (495) 260-14-18