



НАШИ РАЗРАБОТКИ  
СДЕЛАЮТ ВАШЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
БОЛЕЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМ



Hydro**FLOW**  
україна



## Система Hydro**FLOW** КАК ЭТО РАБОТАЕТ

Hydroflow - система водоподготовки.  
[www.h-flow.com.ua](http://www.h-flow.com.ua)

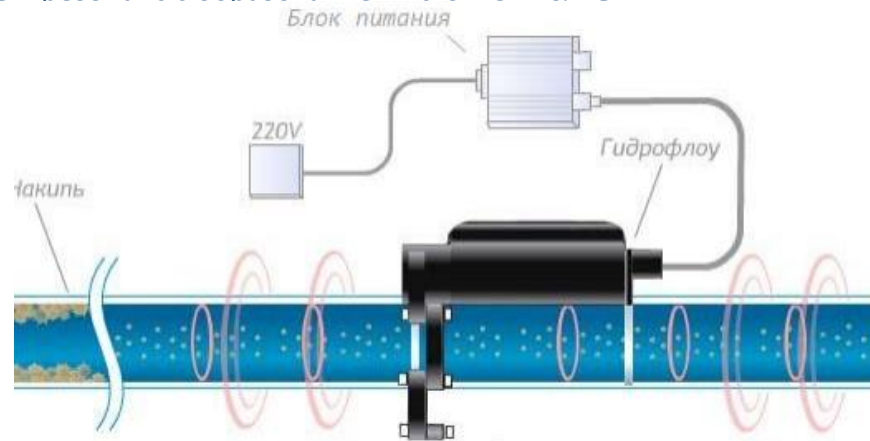


## КАК ЭТО РАБОТАЕТ

### Технология.

Принцип действия.

Принцип действия системы водоподготовки Гидрофлоу основан на применении генератора высокочастотных электромагнитных импульсов, работой которого управляет микропроцессор. Устройством формируются импульсы переменной частоты, имеющие форму экспоненциально-затухающей синусоиды. В трубе наводится ЭДС самоиндукции и возникает вторичное электромагнитное поле. При помощи постоянно корректируемых импульсов прибор обеспечивает электромагнитный резонанс с образованием «стоячей волны».



Первичное электромагнитное поле (снаружи трубы) и вторичное поле (внутри трубы).



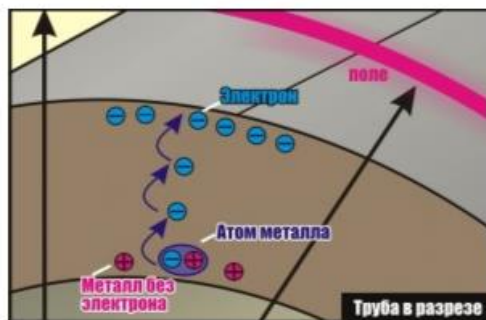


### Что при этом происходит в воде?

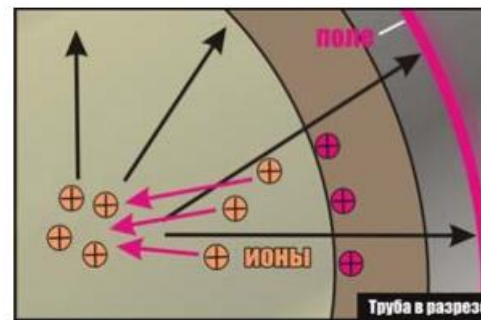
Электромагнитное поле (его силовые линии направлены радиально, поперёк сечения трубы), отталкивает растворённые в воде ионы кальция от поверхности трубы по направлению к оси трубы. А импульсы, направленные вдоль оси трубы, вызывают образование из ионов кальция и гидрокарбонатов, сгустков ионов, или кластеров, а затем и упорядочивание ионов внутри кластеров.

При возникновении условий для кристаллизации (например при нагреве), упорядоченные кластеры кристаллизуются с образованием в массе воды взвешенных микрокристаллов размерами от 5 до 50 микрон (50 микрон – это вдвое тоньше человеческого волоса), которые с током воды удаляются из системы. Рассмотрим подробнее описанные выше процессы.

Радиально направленное электромагнитное поле притягивает свободные электроны внутри стенки трубы от внутренней поверхности к внешней, поэтому внутренняя поверхность трубы приобретает слабый положительный заряд. -



Электромагнитное поле притягивает свободные электроны к внешней поверхности трубы.



Одноименно заряженные ионы отталкиваются от стенок трубы.

Ионы кальция, растворенные в воде, тоже имеют положительный заряд. Они не могут осесть на стенки трубы, отталкиваются от одноименно заряженных стенок по направлению к оси трубы.

Поле также воздействует на ионы существующих отложений, отторгая их от стенок трубы, – происходит постепенное удаление накипи.

В воде, наряду с положительно заряженными ионами, также присутствуют отрицательно заряженные ионы, например гидрокарбонаты:  $\text{HCO}_3^-$  (Рис.4.а).

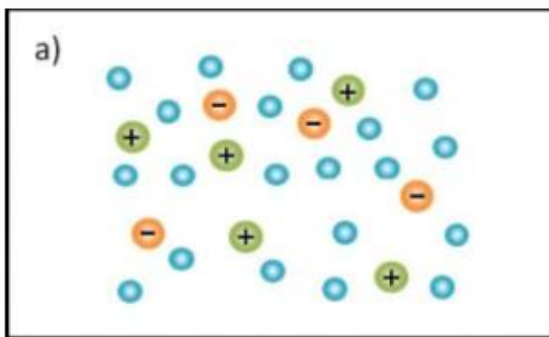


Рис.4.а. Ионы растворены в воде.

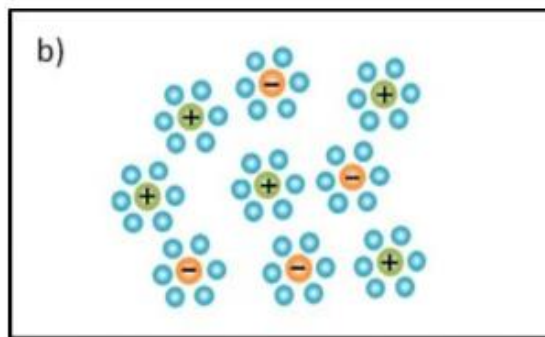


Рис.4.б. Образование свободного кластера.

Под воздействием электромагнитных импульсов системы Гидрофлору происходит образование свободных кластеров (Рис.4.б). Свободный кластер – это полимероподобный аморфный сгусток ионов, каждый из которых окружен молекулами воды (гидратирован). Ионы в кластере располагаются хаотично, расстояния между ними неоднородны.

Электромагнитные импульсы, направленные вдоль оси трубы, заставляют положительно и отрицательно заряженные ионы совершать колебательные движения (Рис.5).

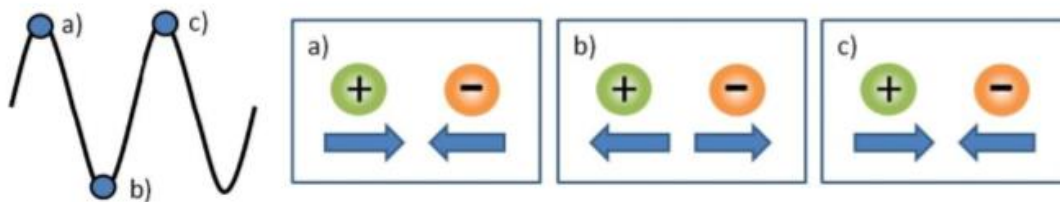


Рис.5. Направление движения положительно и отрицательно заряженных ионов в различных фазах электромагнитных импульсов.



При этом происходит упорядочивание свободных кластеров, ионы в них перераспределяются в пространстве в соответствии со своими электрическими зарядами так, как если бы ионы располагались в кристалле. Происходит выравнивание расстояний между ними. Из кластера вытесняется часть молекул воды. Теперь кластер готов к кристаллизации. Мы называем такой кластер упорядоченным (Рис.6.а).

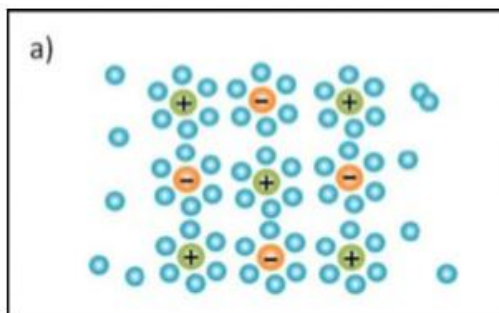


Рис.6.а. Формирование упорядоченного кластера.

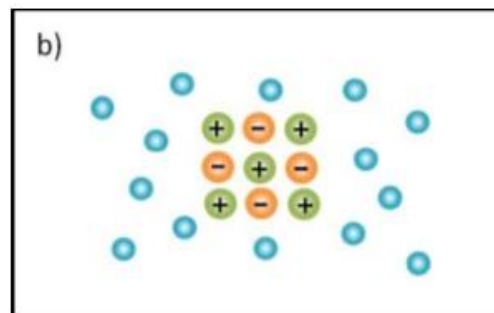


Рис. 6.б. Образование микрокристаллов.

При нагревании происходит вытеснение молекул воды из упорядоченного кластера с образованием устойчивых микрокристаллов (Рис.6.б).

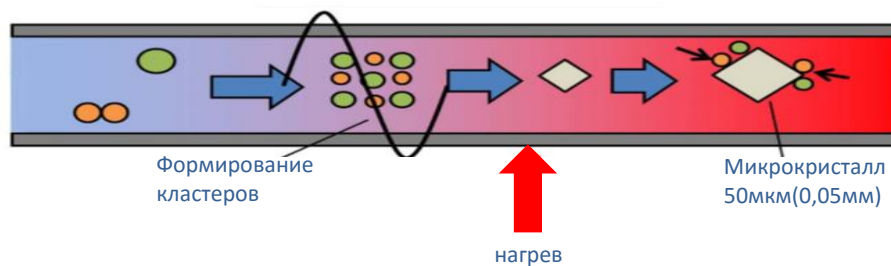


Рис.7. Кристаллизация солей. Слева направо: растворённые в воде ионы под воздействием электромагнитного поля Гидрофлоу образуют упорядоченные кластеры. При нагреве происходит формирование микрокристаллов из «заготовок» - упорядоченных кластеров, а затем и некоторый рост за счёт осаждения на них свободных ионов.



При возникновении условий для кристаллизации (изменение температуры, давления) происходит образование взвешенных микрокристаллов карбоната кальция размерами от 5 до 50 микрон. Они устойчивы. Микрокристаллы имеют плотность, близкую к плотности воды, поэтому они буквально «висят» в толще потока. Микрокристаллы выносятся водой из системы, а в паровых котлах удаляются с продувочной водой.



### **Дальность действия.**

Дальность действия системы водоподготовки Гидрофлоу составляет (в зависимости от модели) 700-2000 метров у промышленных моделей и 60-200 метров у бытовых проборов, в каждую сторону, по ходу и против движения воды.



Максимальная дальность действия достигается при применении системы на магистральном трубопроводе и уменьшается прямо пропорционально усложнению конфигурации системы (разветвление трубопровода, «гребенки» и т.п.).



За счёт большой дальности действия, а также за счёт того, что скорость распространения высокочастотного электромагнитного сигнала несопоставимо выше скорости потока воды в трубопроводе, обработка воды производится многократно.



### **Достигаются следующие результаты:**

- Воздействие на широкий спектр отложений (карбонатные, железистые отложения, при определенных условиях – сульфатные и силикатные отложения);
- Предотвращение образования новых отложений;
- Постепенное удаление старых отложений (карбонатные, железистые).

Хорошим примером, поясняющим механизм превращения карбоната кальция из накипи во взвешенные кристаллы, является исследование «Очистка массообменного оборудования от отложений» (Приложение, раздел «Исследования»).





То, что кристаллизация может протекать данным способом, через создание кластеров, нашло подтверждение в статьях Stable Prenucleation Calcium Carbonate Clusters и Now You See Them, опубликованных в декабрьском номере (2008) журнала Science. Подробнее – в Приложении, в разделе «Исследования».

**Важно!** Применение системы Гидрофлоу несовместимо с ингибиторами накипеобразования, химическими реагентами фосфонатной группы, такими как ОДЭФ, ОДЭФ-Zn, ИОМС, Комплексон и др., т.к. данная группа реагентов оказывает противоположное действие – они препятствуют кристаллизации солей жёсткости, в том числе и взвешенной кристаллизации.

### **Отличия от других систем.**

Главными отличиями системы Гидрофлоу являются минимальные потери при передаче энергии в воду и повторное использование энергии ранее генерированных импульсов.

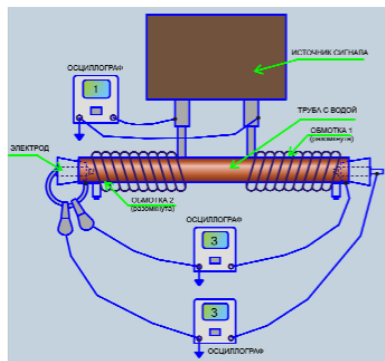
1). Другие системы, которые производят обработку воды электромагнитным полем, используют трубу в качестве сердечника, путём намотки на неё провода. Сомнительно, что при изготовлении водопроводной трубы производитель задумывался об её применении в радиоэлектронике. Применение подобного сердечника приводит к высоким потерям сигнала. Они могут в сотни раз превышать потери ферритового сердечника!

2). Система Гидрофлоу повторно использует энергию ранее генерированных импульсов. Как это происходит? Помните качели? Попытки подталкивать качели с фиксированной периодичностью оказываются мало полезны – они будут то ускорять, то тормозить движение. Чтобы раскачать качели, необходимо прикладывать усилие в определённый момент. Тогда энергия импульсов будет суммироваться.

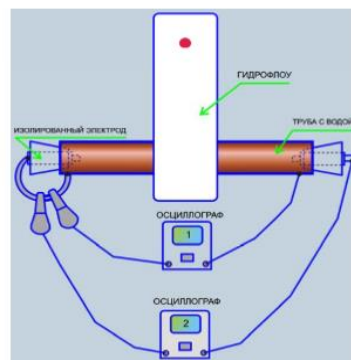
Так и поступает микропроцессор системы Гидрофлоу, непрерывно оценивая параметры электромагнитного поля, наведённого в трубопроводе, и генерируя новые импульсы, добиваясь возникновения в нём «резонансной стоячей волны», и, соответственно, резкого усиления наведённого в трубопроводе сигнала.



Насколько нам известно, никакая другая система в мире схожие технологии не применяет. С помощью нехитрого опыта давайте попробуем оценить фактическую эффективность передачи энергии в воду различными приборами. Для этого возьмем металлическую трубу, например медную, заполним её водопроводной водой и закроем с двух сторон резиновыми пробками. Каждая пробка имеет в середине электрод, контактирующий с водой.



Слева: система с индукционными катушками.



Справа: система Гидрофлоу.

Сравним сигнал, наведённый на трубе, с сигналом, наведённым в воде (т.е. между электродами, контактирующими с водой, на обоих концах трубы).

Результаты измерений (по данным компании Хайдропаф):

Тип устройства	Производитель, модель	Коэффициент передачи (относительно HS 38)
Гидрофлоу	HydroPath, HS38	100%
4 обмотки	Термит (Россия)	0,667%
2 обмотки	Water King, WK1	0,0039%
1 обмотка	Scalewatcher, S1	0,00015%





## Подавление внутренней коррозии.

Как было показано ранее, Гидрофлоу притягивает свободные электроны металла трубы к внешней поверхности трубы. Металл же на внутренней поверхности трубы при этом становится обеднённым электронами, что делает металл слабо восприимчивым к внутренней коррозии.



### **Приведем основные уравнения электрохимической реакции:**



Первое уравнение можно представить в виде связанных частичных реакций:



Электромагнитное поле, сформированное системой Гидрофлоу, отбирает высвободившиеся свободные электроны, образовавшиеся в результате первой частичной реакции, притягивая их на внешнюю поверхность трубы. Без свободных электронов процесс окисления железа не может происходить, что приводит металл в пассивное (по отношению к восприимчивости к коррозии) состояние. Этот эффект назван «пассивирование».



Окислительная сила раствора

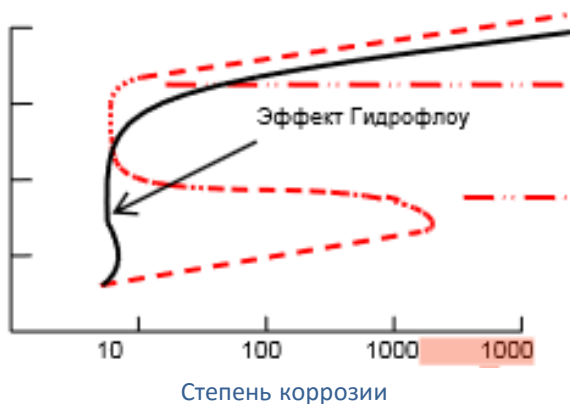


График показывает потерю химической реакционной способности металлов под воздействием электромагнитного поля, создаваемого системой Гидрофлоу.

Они становятся в высокой степени инертными и ведут себя как благородные металлы, как платина или золото.

Металл остается в пассивной зоне, пока окислительная сила раствора не преодолет силу электромагнитного поля.



**Эффект подавления внутренней коррозии системой Гидрофлоу подтвержден независимыми некоммерческими организациями:**

**Исследование №1.**

Организация: инженерно-технический центр по вопросам коррозии Королевского научного общества Иордании. Объект: система обратного водоснабжения металлургического завода Jordan Steel (Иордания).



Особенности: внутренняя коррозия трубопроводов (фото), осложнена присутствием микроорганизмов, существенно увеличивающих скорость коррозии.

Проведён мониторинг 6 точек системы в течение 7 месяцев.

Результат: объём окислов железа в отложениях сократился за 6 месяцев с 60-70% до 49-55%, а через 7 месяцев – и до 45%. Скорость коррозии через 6 месяцев снизилась до 0,4807 мм/год, а через 7 месяцев – до 0,1337 мм/год.



Удаление отложений. Через 6 месяцев отложения покрывали примерно 45% площади индикатора, а через 7 месяцев – 20%. Система охлаждения действительно стала работать эффективнее.

Фрагменты отчета: схема обратного водоснабжения завода, места установки индикаторов, фотографии, приведены в Приложении, раздел «Подавление внутренней коррозии». Наиболее восприимчивы к такому поведению железо, никель, хром и сплавы их содержащие. При определенных условиях также цинк, кадмий, олово и некоторые другие металлы.

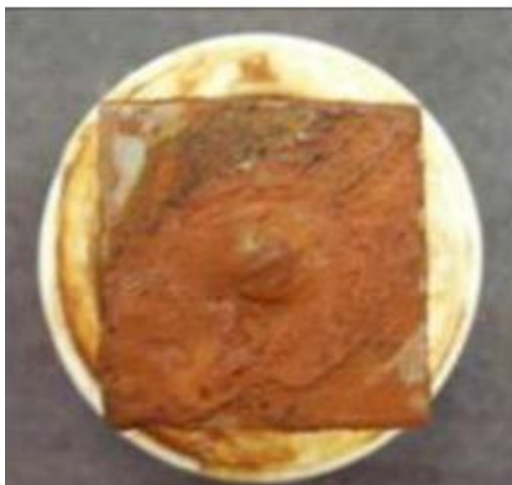




## Исследование №2.

Организация: Федеральный Университет Рио-де-Жанейро (Бразилия); Объект: система охлаждения предприятия «Аэропорт Инфраструктура» (INFRAERO), Между- народный Аэропорт Рио-де-Жанейро – Галеау – Антониу Карлуш Жобим.

**Особенности:** контрольный участок находился в самой дальней точке системы – на расстоянии 140 метров от места установки Гидрофлоу. Химическая водоподготовка была полностью отключена. Период испытаний – 6 месяцев.



Индикаторы коррозии. Слева: контрольный, Справа: с Гидрофлоу.



**Результаты:** - подтверждено, что поле Гидрофлоу распространяется на всю систему; - скорость коррозии на контрольных индикаторах снизилась в 3 раза; - снижение содержания в воде хлоридов, железа, бактерий по сравнению с хим. обработкой; - отмечено улучшение органолептических свойств воды, ставшей более чистой и прозрачной.

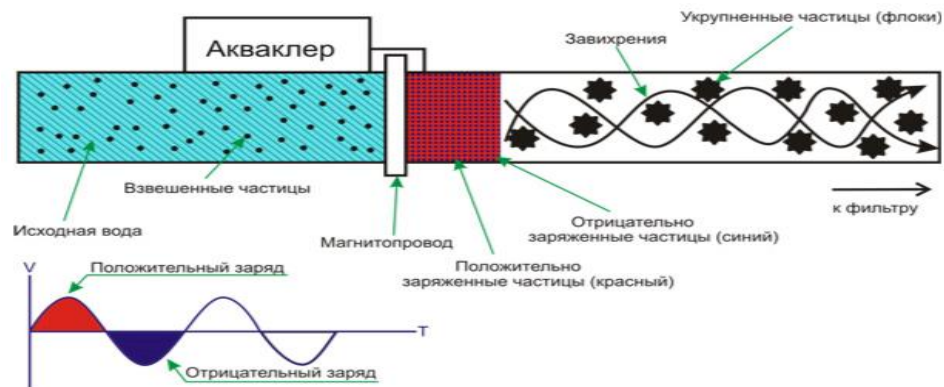


Слева направо: подпиточная вода; обратная вода в период с химической обработкой; обратная вода при работе с системой Гидрофлоу.



## Флокулирующие устройства Гидрофлоу Акваклер.

Дальнейшим развитием технологии Гидрофлоу стала разработка флокулирующих устройств Гидрофлоу Акваклер. Гидрофлоу Акваклер вызывает флокуляцию и коагуляцию (укрупнение) взвешенных частиц в воде, и делает это без реагентов.



Прибор Гидрофлоу Акваклер электрически заряжает взвешенные частицы загрязнений разно- именными зарядами. Электрическое взаимное притяжение заряженных частиц в воде и является фактором, запускающим процессы флокуляции (хлопьеобразования) и коагуляции.

Между соединенными вместе частицами образуются мостиковые связи, связывая отдельные частицы в большие агломераты. Образуются устойчивые взвешенные флоки (или флоккулы). Наблюдается эффект, сравнимый с добавлением в воду флокулянта и коагулянта. Размер флокков измеряется единицами микрон в открытых системах и десятками микрон в закрытых. Укрупнение взвешенных частиц позволяет повысить эффективность фильтрации. Кроме того, флоки быстрее удаляются во время промывок фильтров, чем загрязнения, что позволяет сократить время промывки фильтров, а значит и расход воды на промывку.

Флоки являются важным элементом для подавления жизнедеятельности микроорганизмов – их развитая поверхность адсорбирует споры микроскопических водорослей, блокируя размножение; флоки также адсорбируют органические вещества, лишая микроорганизмы питания. В дальнейшем флоки задерживаются системой фильтрации.



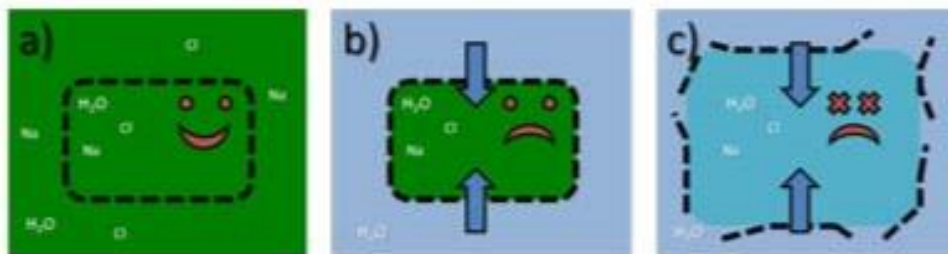


## Подавление развития бактерий в воде.

Сообщая бактерии электрический заряд, мы вызываем формирование вокруг неё множества слоёв воды, ориентированных в соответствии с зарядом бактерии. Количество слоёв зависит от величины заряда.

Молекулы воды оттесняют от бактерии другие вещества, образуя вокруг неё зону чистой (на молекулярном уровне) воды. Это лишает бактерию питания.

Возникает осмотическое давление, которое заставляет молекулы воды пытаться проникнуть внутрь бактерии. При достаточной величине заряда, осмотическое давление становится настолько сильным, что молекулы воды разрывают оболочки бактерии. Это приводит к гибели микроорганизма.



Рисунки: а) бактерия в обычных условиях окружена водой с растворенными химическими элементами; б) бактерия окружена зоной чистой (на молекулярном уровне) воды. молекулы воды проникают внутрь бактерии, пытаясь разбавить содержимое бактерии – более соленую среду; в) оболочка бактерии разрушается.

В части подавления стафилококка и кишечной палочки, эффект (подавление на 99,99%) подтверждён инспекционной организацией SGS (Société Générale de Surveillance), Швейцария. В части подавления легионеллы (подавление на 99,7%) – экспертной организацией ALS, Австралия.

(см. Приложение, раздел «Исследования»).

Примечательно, что внешнее осмотическое давление клетка не воспринимает как враждебное и не сопротивляется ему (в отличие от обеззараживающих средств и УФ-излучения).





#### 4.2. Подавление био-обрастаний.

Подавление био-обрастаний на внутренних поверхностях трубопроводов, теплообменного оборудования, градирен и пр., происходит путём подавления развития грибков и бактерий, а также создания вдоль поверхностей трубопроводов слоя чистой (на молекулярном уровне) воды. Как было показано ранее, вследствие эффекта пассивации, внутренние поверхности трубопроводов и оборудования приобретают слабый положительный заряд. При этом вдоль стенок происходит формирование некоторого количества устойчивых слоёв из ориентированных полярно молекул воды.

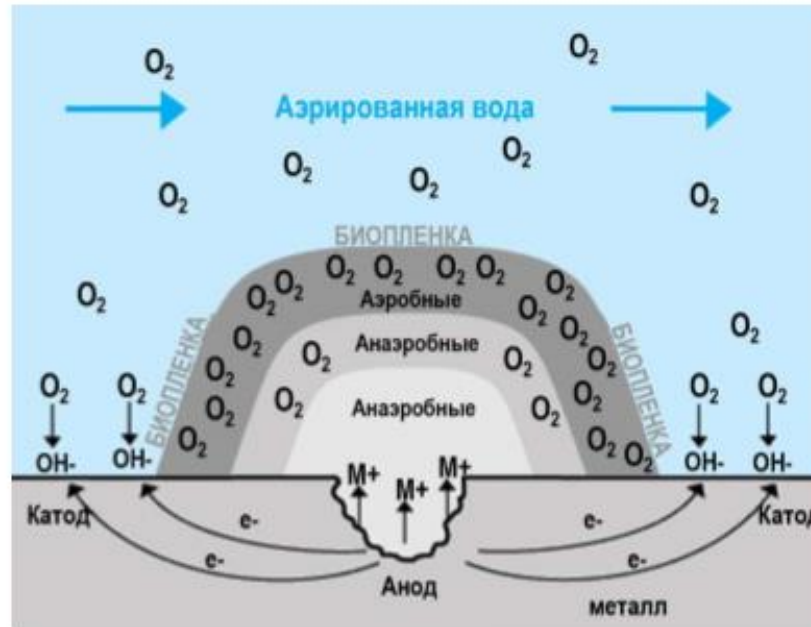
Эти слои молекул воды создают некомфортную среду обитания для грибков и бактерий, препятствуя, таким образом, их закреплению на стенках труб и оборудования. Отсутствие био-плёнок необходимо для защиты поверхностей от закрепления на них наносных (иловых) отложений, водорослей, моллюсков (дрейссена, мидии и пр.), а также колоний патогенных бактерий, например легионеллы.

#### 5. Подавление микробиологической коррозии.

Согласно последних исследований, внутренняя коррозия в трубопроводах протекает интенсивнее, если в процессе участвуют микроорганизмы. С участием микроорганизмов скорость коррозии возрастает в 1,5 – 4 раза.

Одна из самых распространенных групп таких микроорганизмов – сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ), которые, контактируя с металлом, выделяют сероводород и органические кислоты. Эти продукты жизнедеятельности СВБ весьма агрессивны по отношению к углеродистой стали.

В результате химической реакции взаимодействия сероводорода с металлом происходит осаждение сульфида железа. Возникает катодно-анодная пара: на аноде (металле) окисляется железо, а на катоде (сульфиде) – восстанавливается водород. В металле развиваются глубокие язвы, что приводит к преждевременному снижению прочностных характеристик конструкции. Особенно интенсивно под действием СВБ протекает коррозия чугуна.



СВБ – анаэробные бактерии, поэтому в системах, где есть кислород, СВБ живут под слоем отложений или под плёнками, которые создают для них другие бактерии.

Подавление микробиологической коррозии происходит за счёт: пассивирования металла; удаления неорганических отложений и био-плёнок, под которыми живут СВБ бактерии.



## Контроль

### 1. Контроль при изготовлении.

Изготовитель уделяет вопросам качества и надежности оборудования особое внимание. Конструкция не содержит быстроизнашиваемых элементов, применяемые материалы рассчитаны, по крайней мере, на 20 лет работы. В процессе производства компоненты прибора проходят промежуточные стадии контроля, затем каждое готовое изделие тестируется в течение 24-х часов.

### 2. Контроль во время эксплуатации.

Для визуального контроля каждый прибор Гидрофлоу оснащён индикатором «работа». Он красного цвета. Промышленные модели имеют также и второй индикатор - «питание» (зелёного цвета). Индикатор «работа» подключен к блоку самодиагностики устройства. Он светится, когда устройство правильно установлено и работает. Блок самодиагностики автономен и энергонезависим.

Состояние индикатора «работа» может быть выведено на пульт оператора с помощью дополнительного кабеля (заказывается отдельно). Кабель подключается к диагностическому разъёму



Индикаторы на блоке питания Гидрофлоу



Диагностический разъём (слева)

При необходимости, проводится более точная диагностика, с определением количественных и качественных характеристик сигнала. Она выполняется с помощью портативного осциллографа. Процедура занимает несколько минут. Диагностика может быть выполнена силами заказчика на основании инструкции по проверке устройства.



## Методы оценки эффективности.

Методы оценки эффективности работы системы Гидрофлоу зависят от типа оборудования и характера решаемой задачи.

Для теплообменного и массообменного оборудования:

1. Визуальный осмотр – оценка толщины, твёрдости и характера отложений на поверхностях нагрева, наличие био-плёнки. Определение массы отложений (соскабливание отложений с определённой площади поверхности, выпаривание, взвешивание).
2. С помощью приборов учёта – измеряя расход воды в греющем и нагреваемом контуре, температуру до и после теплообменника в каждом контуре, можно построить график изменения коэффициента теплопередачи и сравнить его с предшествующим периодом или с показаниями контрольного теплообменника. Пример: «Отчет о работе Гидрофлоу на кожухотрубном теплообменнике».
3. Аналитическим методом – по содержанию кальция в воде на входе и выходе теплообменника. Например, на одном из объектов содержание кальция в исходной воде составляло 3 мг-экв/дм<sup>3</sup>, а на выходе из теплообменника - 0,15 мг-экв/дм<sup>3</sup>, т.е. в 20 раз меньше. Соли оседали в теплообменнике в виде твёрдых отложений карбоната кальция. После запуска системы Гидрофлоу, содержание кальция на выходе теплообменника возросло до 1,8-1,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Это означает, что в теплообменнике стало осаждаться в 10-12 раз меньше накипи, чем ранее.





#### 4. Методом тепловизионного контроля.

##### Для котельного оборудования:

1. Визуальный осмотр – оценка толщины, твёрдости и характера отложений на поверхностях нагрева. Определение массы отложений.
2. Аналитическим методом (для водогрейных котлов) – по содержанию кальция в «обратном» и подающем трубопроводах котла.

##### По косвенным параметрам:

- по изменению температуры отходящих газов. Чем больше толщина накипи, тем больше тепла уходит «в трубу». Соответственно, удаление накипи сопровождается снижением температуры отходящих газов. Для измерения температуры возможно воспользоваться пирометром. Температуру следует измерять в одной точке, для чего на дымовой трубе удобно поставить метку.
- по изменению расхода топлива.
- по изменению объема производимого пара (паровой котёл) или температуры воды на выходе (водогрейный котёл).
- по изменению скорости внутренней коррозии.

##### Для бытовых бойлеров, водонагревателей:

1. Визуальный осмотр – оценка толщины, твёрдости и характера отложений на змеевике или на нагревательном элементе (ТЭНе), осадка в нижней части бойлера. Определение массы отложений. Определение массы осадка в нижней части бойлера.
2. По косвенным параметрам:
  - по изменению срока службы нагревательного элемента.
  - по изменению расхода электроэнергии.
  - по изменению скорости нагрева воды в бойлере.
  - по изменению скорости внутренней коррозии.



### Для систем оборотного водоснабжения, для климатического оборудования:

1. Визуальный осмотр – оценка толщины, твёрдости и характера отложений на поверхностях нагрева, наличие био-плёнки. Определение массы отложений.
2. Методом тепловизионного контроля.
3. По косвенным параметрам:
  - по изменению коэффициента теплопередачи (по изменению разнице в перепаде температур на входе и выходе теплообменника, чиллера при аналогичном расходе воды).
  - по изменению расхода электроэнергии.
  - по изменению эффективности охлаждения.
  - по изменению общего микробного числа в оборотной воде.
  - по изменению скорости внутренней коррозии.

### Экология.

Для многих слово «экология» ассоциируется с чем-то затратным. Наверное и вы не раз слышали выражение «выделить деньги на экологию», «потратить» и даже «выбросить на экологию»?

Можно бесконечно говорить о том, что все мы хотим пить чистую воду и дышать свежим воздухом, купаться в чистой реке, о том, что мы ответственны, какую природу мы оставим в наследство потомкам, или о том, что иметь этикетку «экологически чистый продукт» или «green company» престижно. Но сложившийся стереотип живуч и устойчив – иначе предприятия уделяли бы больше внимания заботе об экологии.

Мы ломаем этот стереотип! Применение системы Гидрофлоу позволяет одновременно сократить издержки и снизить нагрузку на окружающую среду. Это и есть инновационное решение.

Улучшение экологической обстановки будет обеспечено за счёт:





### Котельное, теплообменное оборудование, обратное водоснабжение:

1. Сокращения выбросов парниковых газов за счёт минимизации перерасхода топлива / энергии в котельном и теплообменном оборудовании.
2. Сокращения объёма реагентов, которые попадут в системы ХВС, ГВС, в системы охлаждения, обратного водоснабжения, а оттуда в почву и водоемы.
3. Снижения объёма реагентов, которые попадут в сточные воды (и возможно в почву) при регенерации солевых умягчителей воды.
4. Снижения объёма реагентов, которые попадут в сточные воды за счет отказа от химической промывки котельного и теплообменного оборудования.
5. Снижение потерь теплоносителя (а значит и подпиточной воды) за счет увеличения интервала между остановками оборудования для очисток

### Плавательные бассейны:

1. Снижения в разы расхода воды для обратной промывки песочных фильтров. Соответственно и сточных вод, и подпиточной воды.
2. Как следствие, снижение затрат энергии на подогрев подпиточной воды, а значит и сокращение выбросов парниковых газов.
3. 3. Снижение расхода хлорсодержащих реагентов. 4. Минимизация расхода коагулянта, флокулянта.

### Водоочистка:

1. Снижения расхода воды для обратной промывки песочных фильтров.
2. 2. Минимизация расхода коагулянта, флокулянта.

Предприятия, которые внедряют экологичные и быстрокупаемые технологии, такие как Гидрофлоу, получают высокую оценку экологов.