

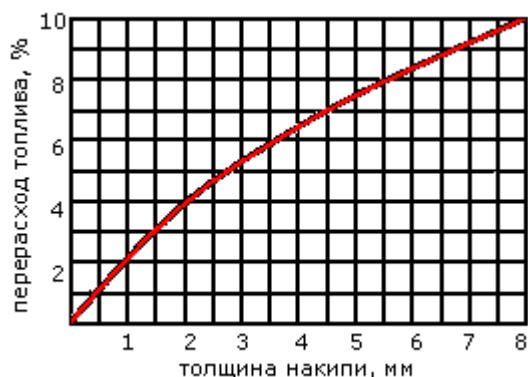
Ультразвуковые установки для борьбы с отложениями накипи

(описание, принципы работы)

Луганск 2010

Ультразвуковые установки для борьбы с отложениями накипи

Один из основных теплоносителей, применяемых в технике и коммунальном хозяйстве – вода. Вода является самым лучшим, из известных, универсальных растворителей. Следовательно, любая вода, если только она специальным образом не приготовлена и сохранена, содержит в себе различные соли. Как известно, наличие растворенных солей в воде придает воде свойство, называемое жесткостью. Различают жесткость временную и постоянную. Временная жесткость - это жесткость, обусловленная солями, переходящими при определенных условиях из растворимой - в нерастворимую форму. В частности, это соли кальция Ca, магния Mg и др. Один из способов устранения временной жесткости – нагрев воды до температуры кипения, при этом соли временной жесткости переходят в нерастворимую форму и выпадают в осадок. Этот осадок называют накипью или твердыми отложениями.



При работе теплообменного оборудования (котлов, теплообменников, испарителей, охладителей и т.п.) на поверхностях нагрева образуются отложения накипи (CaCO_3 , MgCO_3 , CaSiO_3 , окислы железа и др.). Вследствие этого ухудшается теплопередача - теплопроводность накипи в десятки раз ниже, чем у металла; снижается экономичность и производительность оборудования - при слое накипи в 1 мм пережог топлива составляет $2 \div 2,5\%$, а при 5 мм - до $10 \div 15\%$. Из-за перегрева металла и коррозии под слоем накипи сокращается срок службы металла труб, происходят аварии

металлоконструкций теплообменных агрегатов (свищи, отдулины, разрывы). Наличие кипения на поверхности труб обеспечивает надежное охлаждение стенок поверхностей нагрева котла, так как температура металла труб со стороны газов превышает температуру кипения воды лишь на $15 - 25^\circ\text{C}$. Так, при расчетном давлении в жаротрубном котле 0,6 МПа температура насыщения равна 159°C , а максимальная температура стенки металла со стороны газа не превышает 183°C . В таких условиях срок работы углеродистой стали – несколько десятков лет.

Однако по выше изложенным причинам, при ухудшенной водоподготовке и одноконтурной схеме включения котлов, если в воде находятся соли жесткости, при кипении воды на поверхности образуются плотные кальциевые отложения, которые существенно увеличивают термическое сопротивление стенки. Для котлов КСВа, «ВК» один миллиметр накипи при высоких тепловых потоках в жаровой трубе увеличивает температуру стенки — на $100 - 120^\circ\text{C}$. При толщине накипи 3 мм и более температура металла достигает уже 500 и более $^\circ\text{C}$, при этом углеродистая сталь теряет свою прочность, на жаровых трубах появляются вздутия, трубные решетки поворотной камеры коробятся, а трубы газотрубных пучков перегорают. Такие же проблемы возникают при эксплуатации импортных котлов. При типичных нарушениях водоподготовки, при которых происходит ухудшение состояния металла поверхностей нагрева ГЖК, образуются трещины в трубной доске, перегорание труб газотрубных пучков и др., в финале – полное разрушение котла.

Также, по окончании отопительного сезона приходится выполнять трудоемкую и дорогостоящую процедуру удаления накипи с поверхности нагрева котлов и теплообменной аппаратуры. И также, накипь уменьшает сечение труб, увеличивая их гидросопротивление, а это влечет за собой дополнительные потери электроэнергии в насосном оборудовании на перекачку воды.

Чтобы исключить возможность аварий и продлить срок службы оборудования между профилактиками, необходимо, каким-либо образом исключить возможность образования на теплообменных поверхностях слоя отложений. Существуют физические и химические способы умягчения воды.

Для химического умягчения используемой воды требуются значительные затраты на сооружение и обслуживание химводоподготовки. Умягчение воды с помощью ионообменных материалов или введения комплексонов в открытых системах теплоснабжения, а также при нагреве воды для горячего водоснабжения, как правило, не экономично и экологически вредно. Кроме того, в большинстве случаев, химические реактивы сами способствуют разрушению металлоконструкций.

Ультразвуковой метод предотвращения накипеобразования основан на исследованиях, проводившихся в СССР с конца 50-х годов. При воздействии на воду ультразвуковых колебаний образуется множество постоянно смещающихся центров кристаллизации, что затрудняет рост и осаждение кристаллов накипи на теплообменных поверхностях оборудования. Ультразвуковые колебания способствуют интенсивному образованию новых центров кристаллизации в объеме воды и происходит образование шлама в массе жидкости. В результате воздействия ультразвуковых колебаний наблюдается либо прекращение образования отложений, за счет нарушения условий кристаллизации, либо разрыхление образующейся накипи. В слое накипи под воздействием ультразвуковых колебаний образуются микротрещины, которые, накапливаясь, приводят к разрушению имевшихся отложений и к очистке оборудования. Шлам удаляется с током воды или продувкой. Следует учесть, что данный метод физический и действует на все виды солей и органических отложений независимо от их химического состава. Желательно, после теплообменного агрегата, который защищен ультразвуковыми установками, установить фильтрующее устройство, задерживающее взвесь коагулированной накипи, чтобы не засорять потребителей. Данный метод является наиболее эффективным и универсальным из безреагентных физических методов, экономичен, экологически чист, безопасен для оборудования и персонала. Может сочетаться с вводом комплексонов и химводоподготовкой воды.

Кроме того, ультразвуковые колебания оказывают разрушающее действие на ранее образовавшуюся накипь. Ультразвуковые колебания, действуя на поверхность нагрева, создают знакопеременные механические усилия, под влиянием которых прочность связи внутри карбонатных отложений, а также между карбонатным отложением и металлом нарушается, и при этом образуются трещины. Вода под действием капиллярных сил проникает через трещины-капилляры к поверхности нагрева, где она мгновенно испаряется, вызывая вспучивание и отслаивание карбонатных отложений. Отслоившиеся мелкие частицы и чешуйки карбонатных отложений скапливаются в нижней части тепло-обменного оборудования и удаляются периодической продувкой.

Действие ультразвука не ограничивается только предотвращением образования карбонатных отложений и сохранением за счет этого эффективности теплотехнического оборудования. Ультразвуковые колебания увеличивают теплопередачу греющей поверхности за счет микропотоков, образуемых колебаниями стенок труб и воды в них, и повышения скорости потока воды из-за снижения гидродинамического сопротивления труб с колеблющимися стенками. Под действием ультразвука улучшается отвод пузырьков пара от поверхности нагрева и дегазация воды вследствие лучшего перемешивания жидкости на границе двух сред металл - жидкость, что также способствует увеличению теплопередачи. Явление снижения гидродинамического сопротивления особенно эффективно проявляется в узких микронных щелях естественных дефектов внутренних поверхностей труб, где в обычных условиях (без ультразвука) в теплообменном оборудовании сохраняется кислород из воздуха, а при воздействии ультразвуковых колебаний он легко выходит из этих щелей.

В результате этого исключается один из механизмов кислородной коррозии металла труб. Длительное воздействие ультразвуковых импульсов на внутреннюю поверхность труб, обладающую дефектами в виде микротрещин, производит деформацию наиболее податливых участков поверхности вблизи микротрещин. Благодаря этим деформациям происходит наклеп краев трещин, в результате чего они оказываются закрытыми и не подверженными проникновению в них кислорода при сливе воды из оборудования. Внутренняя поверхность труб становится гладкой, и полная площадь ее резко уменьшается, что приводит и к уменьшению вероятности коррозии. Получаемый таким образом эффект коррозионной защиты в какой-то степени заменяет пассивирование внутренней поверхности труб.

Приведенные выше факторы взаимосвязаны и в совокупности являются причиной положительного воздействия ультразвука на процессы предотвращения образования карбонатных отложений, снижения коррозии металла и повышения эффективности работы теплообменного оборудования.

Устройство ультразвуковой безреагентной очистки теплооборудования

УУЗ-2 (г. Луганск)

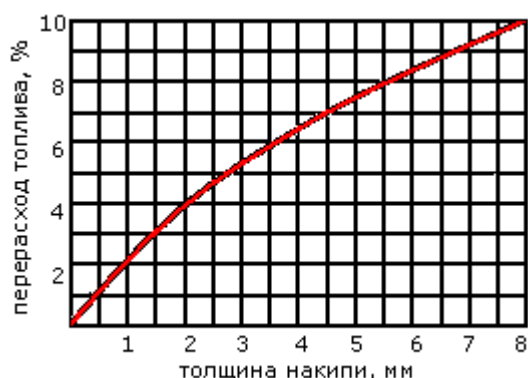
(устройство ультразвуковое 2-х канальное)

Устройство предназначено для альтернативной обработки ультразвуковым методом, который заключается в обработке воды и стенок теплоагрегата механическими колебаниями ультразвуковой частоты. Аппарат состоит из двухканального генератора и ультразвуковых магнитострикционных преобразователей-излучателей. Преобразователи соединены с генератором металлорукавом. Генератор вырабатывает электрические импульсы заданной частоты, которые преобразуются преобразователями в импульсы механических колебаний ультразвуковой частоты, которые передаются в теплоагрегат. Конструктивно генератор выполнен в виде настенного блока, соединенного кабелями с преобразователями. К генератору может быть подключено до 4-х преобразователей, по 2 на каждый канал генератора.

Прибор УУЗ-2 имеет следующие технические данные:

- питание от сети 220 В, 50-60 Гц
- число каналов генератора – 2
- число преобразователей – 2 (возможно подключение 2-х излучателей на 1 канал генератора)
- максимальная потребляемая электрическая мощность - 400 Вт (200Вт)
- число режимов работы - 2
- частота посылок электрических импульсов:
- 1 режим - 5 Гц (скважность импульсов 1%)
- 2 режим - 12 Гц (скважность импульсов 2,5%)
- тип преобразователей – ПМСИ-3
- амплитуда колебаний торца преобразователя – не менее 6 мкм
- мощность преобразователя в импульсе – 5 кВт
- длительность импульса – 2,5мс
- собственная частота колебаний сердечников преобразователей 18-24 кГц
- размеры излучателей – Ø53 x 293мм, вес – 2 кг
- размеры генератора – 48 x 28 x 12 см, вес – 6 кг
- стоимость – 14700гр (без НДС)
- **Срок окупаемости – до 6 месяцев**

Монтаж на объекте заключается в приварке преобразователя к внешней поверхности котла, либо посредством установочного крепежа, допускающего снятие преобразователя. Режим 1 генератора предназначен для предотвращения накипеобразования, режим повышенной мощности 2 – для очистки теплоагрегатов от уже отложившейся накипи. Необходимо помнить, что температура излучателей в режиме 2 может достигать 160С°. Для предотвращения накипеобразования прибор включается в режим пониженной мощности 1 и работает круглосуточно в течение сезона.



Слева показан график перерасхода топлива. Накипь приводит к значительному перерасходу топлива и, соответственно, к снижению коэффициента полезного действия котельных установок. Так, при наличии накипи толщиной всего 1мм котел перерасходует, в среднем, 2...3% топлива, 4...5 мм приводят к потерям топлива до 10-15%. С ростом потребления топлива увеличивается и количество вредных выбросов в атмосферу.

Устройство УУЗ-2

Крепление преобразователей к элементам теплообменного оборудования выполняется электросваркой. Место установки преобразователей выбирается наиболее приближенным к теплонапряженным точкам, где происходит самое интенсивное образование накипи, и воздействие на которые обеспечит оптимальное распределение ультразвуковой энергии по теплообменной поверхности, давая наибольший эффект. Общий подход при выборе точек приварки преобразователей заключается в том, что преобразователи должны монтироваться на элементах, объединяющих пучки и экраны труб - т.е. барабанах, коллекторах, трубных решетках и т.д. Количество преобразователей следует выбирать с учетом специфики и параметров теплообменного оборудования: конструкции, мощности, схемы циркуляции теплоносителя и жесткости воды. Выполнение сварного соединения - наиболее ответственная операция при монтаже преобразователя. От качества сварки зависит передача механической энергии преобразователя к поверхности теплообменного оборудования и эффективность работы устройства, а также безопасность эксплуатации теплообменного оборудования.

Приварка преобразователя к наружной поверхности теплообменного оборудования не приводит к внутренним повреждениям металла стенки теплообменного оборудования, так как шов приварки преобразователя не является герметизирующим или несущим нагрузку от внутреннего давления.

Генератор устанавливается на горизонтальной или вертикальной поверхности в положении удобном для обслуживания с температурой окружающего воздуха от минус 5° до плюс 40°С. Генератор подключается к однофазной сети переменного тока напряжением 220В, частотой 50 или 60 Гц. Преобразователи соединяются с генератором кабелем сечением не менее 1,5мм², а его длина не должна превышать 10м. Ограничение по длине проводов обусловлено увеличением потерь в них при большой длине.

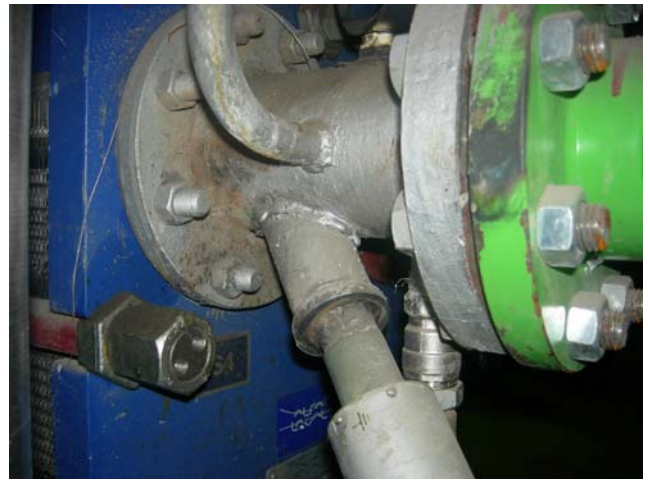
- Для получения наиболее эффективной работы устройства необходимо произвести настройку частоты преобразователя на электромеханический резонанс, т. е. собственная частота системы «преобразователь - теплообменник» должна быть равной частоте электрических импульсов. Для этого производится поканальная подстройка частоты генератора, вращением ручки «подстройка частоты резонанса излучателя», с целью получения максимальной амплитуды колебаний при работе устройства на нагрузку. Индикация резонанса осуществляется стрелочными индикаторами, подстройкой частоты необходимо их вывести на максимальные показания.
-



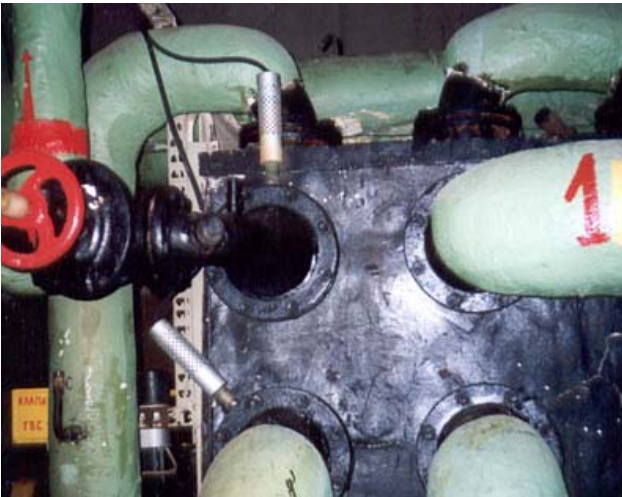
Комплект ультразвуковой очистки УУЗ-2 (слева):

- генератор 2-х канальный (веррху)
- 2 излучателя ПМСИ-3 с кабелем в металлорукаве

Примеры установки оборудования



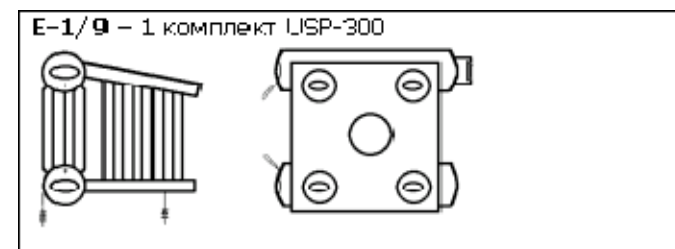
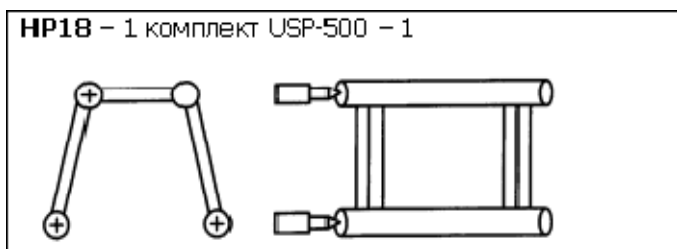
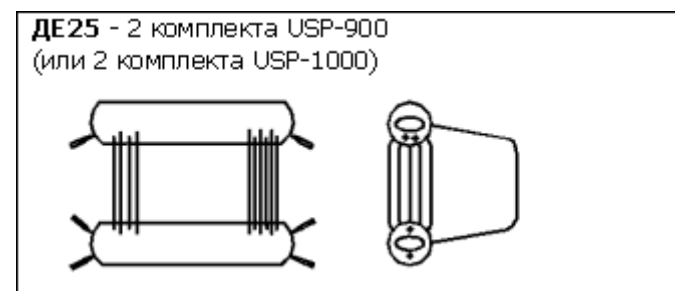
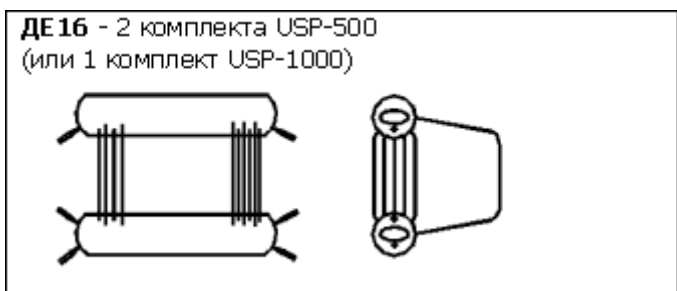
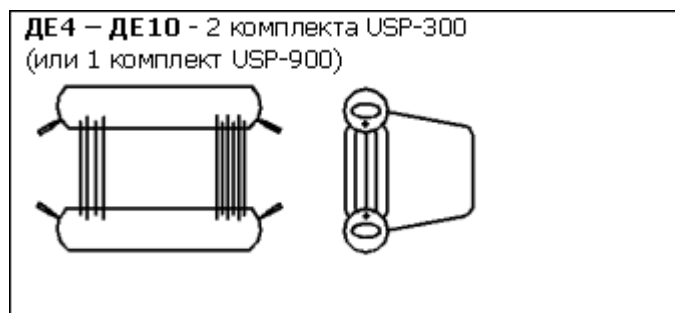
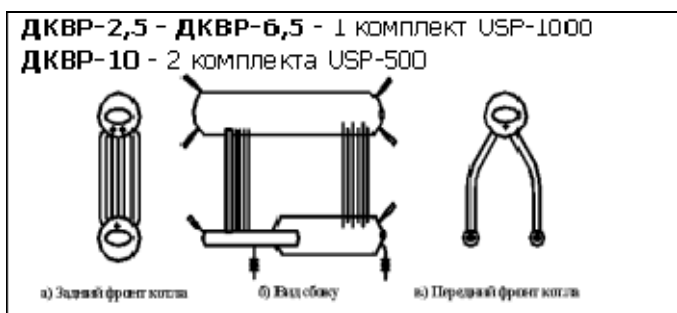
Излучатели ультразвука установлены на входной и выходной патрубки нагреваемой воды.



излучатели на водо-водяном подогревателе ГВС Излучатели навариваются на ободок трубной доски



Пример монтажа на ПТП



Если Вы заинтересованы в приобретении данного устройства или готовы инвестировать средства в его производство и продвижение, свяжитесь с ОО «ЭНЭКО» по электронной почте eneco@centr.od.ua или позвоните +380-482-365-107.

Мы обеспечим Ваш контакт с разработчиками и производителями данного устройства.