

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Ультразвуковой метод предотвращения накипи.....	2
Ультразвуковые противонакипные устройства серии USP.....	3
Технические характеристики.....	3
Монтаж устройства и подготовка его к работе.....	3
Примеры размещения преобразователей на теплообменном оборудовании.....	4
Инструкция по эксплуатации.....	4

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НАКИПИ

В процессе работы теплообменного оборудования образуются карбонатные отложения (далее по тексту - НАКИПЬ), которые приводят к значительному перерасходу топлива, снижению коэффициента полезного действия оборудования, сокращению межремонтных сроков, увеличению затрат на обслуживание и ремонт.

Очистка теплообменного оборудования обычно осуществляется химическим (кислотным) или механическим способом. Оба способа отличаются высокой трудоемкостью и, кроме того, существует опасность повреждения поверхностей нагрева теплообменного оборудования. Однако в период между чистками НАКИПЬ образуется вновь, что опять приводит к непроизводительным потерям топлива и увеличению эксплуатационных затрат.

Наряду с химическим способом предотвращения образования НАКИПИ в последние годы находят всё более широкое практическое применение безреагентные методы, в частности, ультразвуковой.

Ультразвуковой метод предотвращения образования НАКИПИ является внутритрубным способом водоподготовки. Суть метода заключается в том, что с помощью специальной установки возбуждаются ультразвуковые колебания в воде, заполняющей теплообменное оборудование. Под воздействием ультразвуковых колебаний в толще воды образуется множество кавитационных пузырьков. Вокруг них, как центров кристаллизации, непосредственно в воде начинают образовываться соли жесткости, образуя мелкодисперсный шлам. Колебания поверхности нагрева препятствуют осаждению шлама на стенках труб. Таким образом, частицы труднорастворимых солей практически не доходят до стенок оборудования, а остаются во взвешенном состоянии и удаляются потоком жидкости или продувкой.

Кроме того, ультразвуковые колебания оказывают разрушающее действие на ранее образовавшуюся НАКИПЬ. Ультразвуковые колебания, воздействуя 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 быстро 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 теплообменного 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.

Применение ультразвукового метода исключает загрязнение окружающей среды вредными стоками водоподготовительных установок, а стоимость обработки  $1\text{ м}^3$  воды этим способом, как показывают ориентировочные расчеты, в 200 — 250 раз ниже стоимости химической обработки.

Капитальные вложения, связанные с приобретением, монтажом и наладкой устройств USP, окупаются в течение нескольких месяцев их работы.



## УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ПРОТИВОНАКИПНЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ USP

Устройство противонакипное серии USP (УСТРОЙСТВО) предназначено для предотвращения образования НАКИПИ на поверхности теплообменного оборудования широкого профиля, рассчитано на непрерывный режим работы.

УСТРОЙСТВО может быть установлено на паровых и водогрейных котлах низкого давления барабанного типа, бойлерах, конденсаторах, опреснителях, сетевых водонагревателях и другом теплообменном оборудовании, применяемом в теплоэнергетике, нефтяной, судостроительной, пищевой промышленности, коммунальном хозяйстве и других областях. УСТРОЙСТВО состоит из импульсного генератора и магнестрикционных преобразователей ударного возбуждения, отличается от аналогичных противонакипных устройств большей мощностью генератора и возможностью использования с одним генератором до 6 преобразователей, что позволяет озвучить одним комплектом УСТРОЙСТВА мощное теплообменное оборудование.

УСТРОЙСТВО имеет встроенную защиту от перегрузки и обеспечивает автоматическое повторное включение устройства после исключения аварийного режима, индикацию наработки, поканальную регулировку частоты для достижения наибольшей эффективности работы преобразователя.

Магнестрикционный преобразователь изготовлен из нового магнестрикционного материала «Дифераль», способ изготовления которого защищен патентом РФ, обладает большой прочностью при механическом воздействии и имеет точку Кюри равную 560°C.

Основная функция генератора - формирование электрических импульсов и передача их на преобразователи. Принцип действия УСТРОЙСТВА основан на преобразовании, с помощью магнестрикционных преобразователей, энергии электрических импульсов в механическую энергию.



Сертификат соответствия №4087655  
Гигиенический сертификат

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Типоисполнение	USP-300 USP-300M	USP-500 USP-500M	USP-900 USP-900M	USP-1000 USP-1000M
Напряжение питания, В	220 <sup>+10</sup> -15			
Частота сети, Гц	50, 60			
Рабочий диапазон частот, кГц	18 - 7,5 %			
Потребляемая мощность, кВА	0,25	0,35	0,35	0,45
Количество преобразователей, шт	2	3	4	6
Режим работы	продолжительный			
Габаритные размеры генератора, мм	520x350x200			
Габаритные размеры преобразователя, мм	347x62x57			
Масса генератора, кг, не более	15	19	21	23
Масса преобразователя, кг, не более	3,5			
Степень защиты генератора / преобразователя	IP32 / IP40			

### МОНТАЖ УСТРОЙСТВА И ПОДГОТОВКА ЕГО К РАБОТЕ

Монтаж УСТРОЙСТВА производится предприятием-изготовителем или специально подготовленным персоналом.

Перед монтажом УСТРОЙСТВА желательно, чтобы теплообменное оборудование было очищено от НАКИПИ, в противном случае, из-за интенсивного отделения ее от поверхности нагрева, трубы могут быть забиты шламом, что приведет к аварии на теплообменном оборудовании.

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 является источником внутренних повреждений 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°C. Генератор подключается к однофазной сети переменного тока напряжением 220В, частотой 50 или 60 Гц с помощью кабеля, защищенного от механических повреждений. Корпус генератора должен быть надежно заземлен, для заземления имеется специальная клемма.

Обмотка преобразователя соединяется с генератором кабелем сечением не менее 1,5мм<sup>2</sup>. Провод должен быть

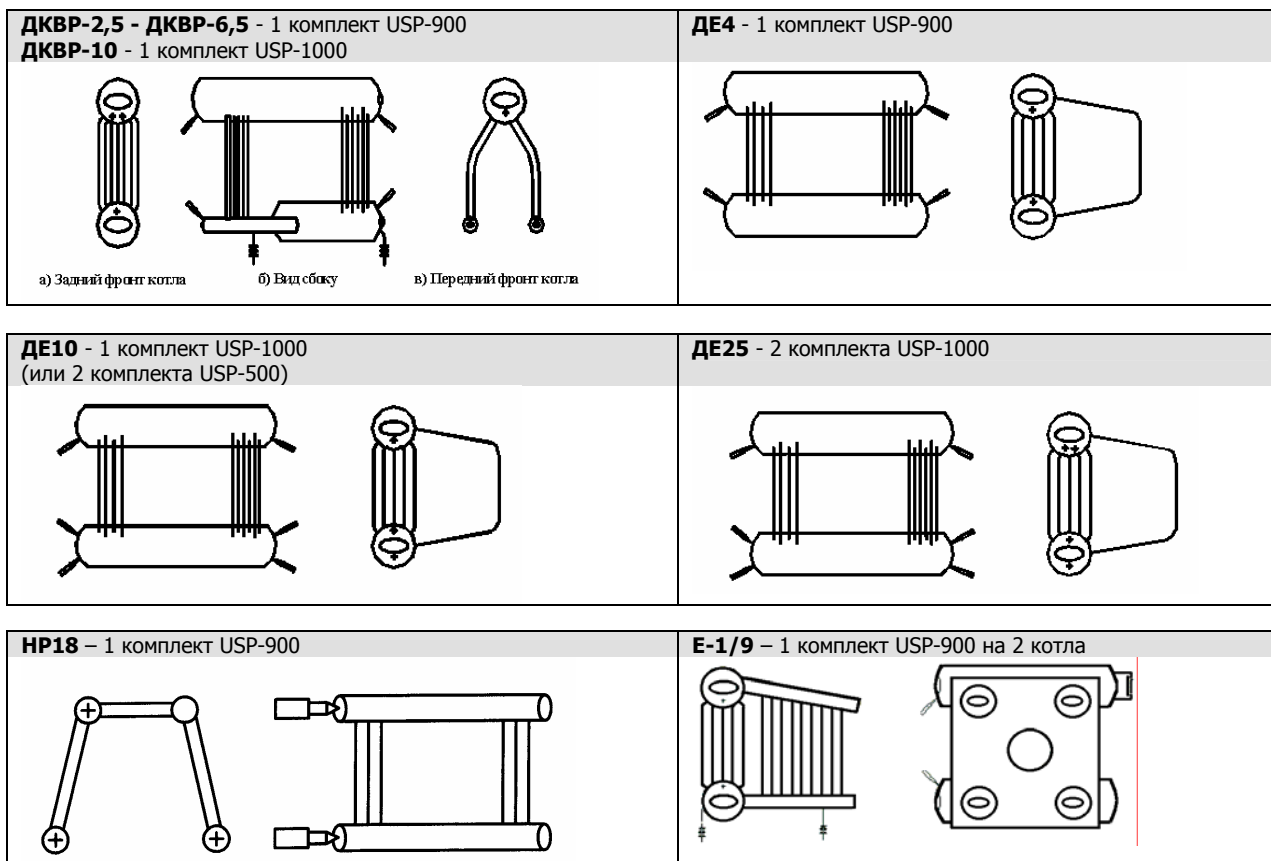
защищен от механических повреждений в соответствии с требованиями ПУЭ, а его длина не должна превышать 10 м. Ограничение по длине проводов обусловлено увеличением потерь в них при большой длине. Подключение проводов к генератору осуществляется на специальные клеммы, имеющие маркировку.

Для получения наиболее эффективной работы устройства необходимо произвести настройку частоты преобразователя в электромеханический резонанс, т. е. собственная частота системы «преобразователь - теплообменник» должна быть равной частоте электрических импульсов. Для этого производится поканальная подстройка частоты генератора, с целью получения максимальной амплитуды колебаний при работе УСТРОЙСТВА на нагрузку.

Ниже приведены некоторые примеры размещения преобразователей и рекомендации количества и типа устройств на теплообменном оборудовании для жесткости воды 5 мг/л, которые, однако, не охватывают всего множества вариантов и схем установки. Количество преобразователей и, следовательно, тип устройства выбирается индивидуально с учетом специфики и параметров теплообменного оборудования: конструкции, мощности, схемы циркуляции теплоносителя и жесткости воды.

## **ПРИМЕРЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ТЕПЛООБМЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ**

### **Котлы**



## **ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

После завершения пуско-наладочных работ УСТРОЙСТВО передается в ведение лица, ответственного за его эксплуатацию.

1. В процессе эксплуатации УСТРОЙСТВА должны соблюдаться действующие правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.
2. К эксплуатации и обслуживанию УСТРОЙСТВА могут быть допущены лица электротехнического персонала предприятия, имеющие группу по электробезопасности не ниже 3, изучившие УСТРОЙСТВО, правила эксплуатации и обслуживания, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе на установках напряжением до 1000 В.
3. Перед началом эксплуатации необходимо убедиться в правильности подключения УСТРОЙСТВА и целостности цепи заземления.
4. Проверить наличие напряжения в сети.
5. Подать напряжение на УСТРОЙСТВО, установив тумблер на генераторе в положение «ВКЛ», при этом должен загореться светодиод «|».
6. Контроль за работой УСТРОЙСТВА проводится ежедневно по индикаторам на передней панели генератора, а преобразователей по характерному звучанию.

7. Технологический регламент работы:
  - 7.1. При остановке теплообменного оборудования, связанной с аварийной ситуацией, окончанием отопительного сезона или для профилактического осмотра, спуск воды рекомендуется производить после охлаждения арматуры и воды в нем до 50 °С. При этом УСТРОЙСТВО может продолжать работать.
  - 7.2. После спуска воды из теплообменного оборудования поверхности нагрева необходимо промыть и освободить оборудование от шлама струей воды под давлением 0,2 – 0,3 МПа, после чего выключить УСТРОЙСТВО.
  - 7.3. Периодически, не реже одного раза в неделю, проводить осмотр подводящих кабелей и цепи заземления.
  - 7.4. В случае нарушения целостности кабелей или цепи заземления необходимо:
    - отключить генератор от сети, перевести для этого тумблер «Сеть» в положение «ВЫКЛ»;
    - устранить неисправность;
    - тумблер «Сеть» перевести в положение «ВКЛ»;
    - убедиться в том, что генератор включился по состоянию индикаторов на передней панели генератора.
8. При проведении ремонтных работ на теплообменном оборудовании или вблизи него необходимо принять меры защиты УСТРОЙСТВА от попадания влаги и от механических повреждений.
9. Продувку теплообменного оборудования необходимо проводить в соответствии с правилами Госгортехнадзора.
10. Кроме регулярных продувок необходимо периодически, один раз в 1,5-2 месяца, проводить промывку котла от шлама.