

# Теплоэнерг Ремонт Инжиниринг

**«Система шариковой очистки»**

## Предпосылки внедрения оборудования СШО



Отложения на внутренней поверхности трубок конденсатора, а также загрязнение трубных досок и трубок со стороны входа воды более крупными предметами приводят к:

- коррозии трубок под слоем отложений;
- уменьшению расхода охлаждающей воды;
- увеличению гидравлического сопротивления;
- росту термического сопротивления.

Вследствие этого происходит ухудшение:

- коэффициента теплопередачи;
- вакуума в конденсаторе;
- экономичности турбоагрегата.

Это влечет за собой работу турбоагрегата с пониженной экономичностью, ограничение максимальной электрической мощности, внеплановые остановки для чистки конденсатора и рост затрат на ремонт.

## Загрязнение конденсаторов паровых турбин



Очистка конденсаторов паровых турбин ТЭС и АЭС является весьма актуальной задачей, от решения которой зависит улучшение теплопередачи в трубных пучках и повышение эффективности выработки электроэнергии.

Основные типы загрязнений конденсаторов:

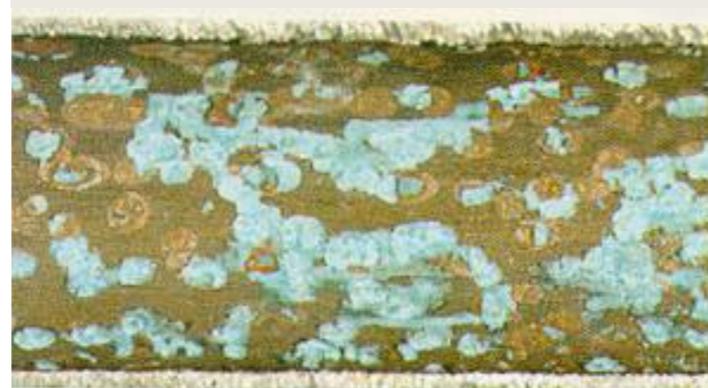
- отложения нерастворенных в воде взвешенных веществ (зола, песка, глины, остатков растительных веществ, ила и др.), выпадающих, особенно при пониженных скоростях воды в трубках, в виде шлама;
- органические обрастания, вызываемые содержащимися в воде микроорганизмами, образующими на стенках трубок слизистые отложения;
- минеральные отложения, вызываемые выпадением карбонатов кальция и магния;
- крупный мусор (водоросли, листья, щепка, ракушки моллюсков и другой мусор).

## Отложения в трубках конденсатора

### Неэффективная очистка охлаждающих трубок



Отложения на поверхности трубки из латуни



Отложения на поверхности трубке из медесодержащего сплава



Карбонатные отложения в охлаждающих трубках

**Отложения в  
трубках**



**Коррозия под слоем  
отложений**



**Рост термического  
сопротивления  
конденсатора**

## Повреждения элементов конденсатора



Локальная эрозия трубки конденсатора, вызванная застрявшим крупным загрязнением

Коррозионные повреждения трубных досок теплообменника

Эрозия, коррозия  
присосы



Потери  
Мощности



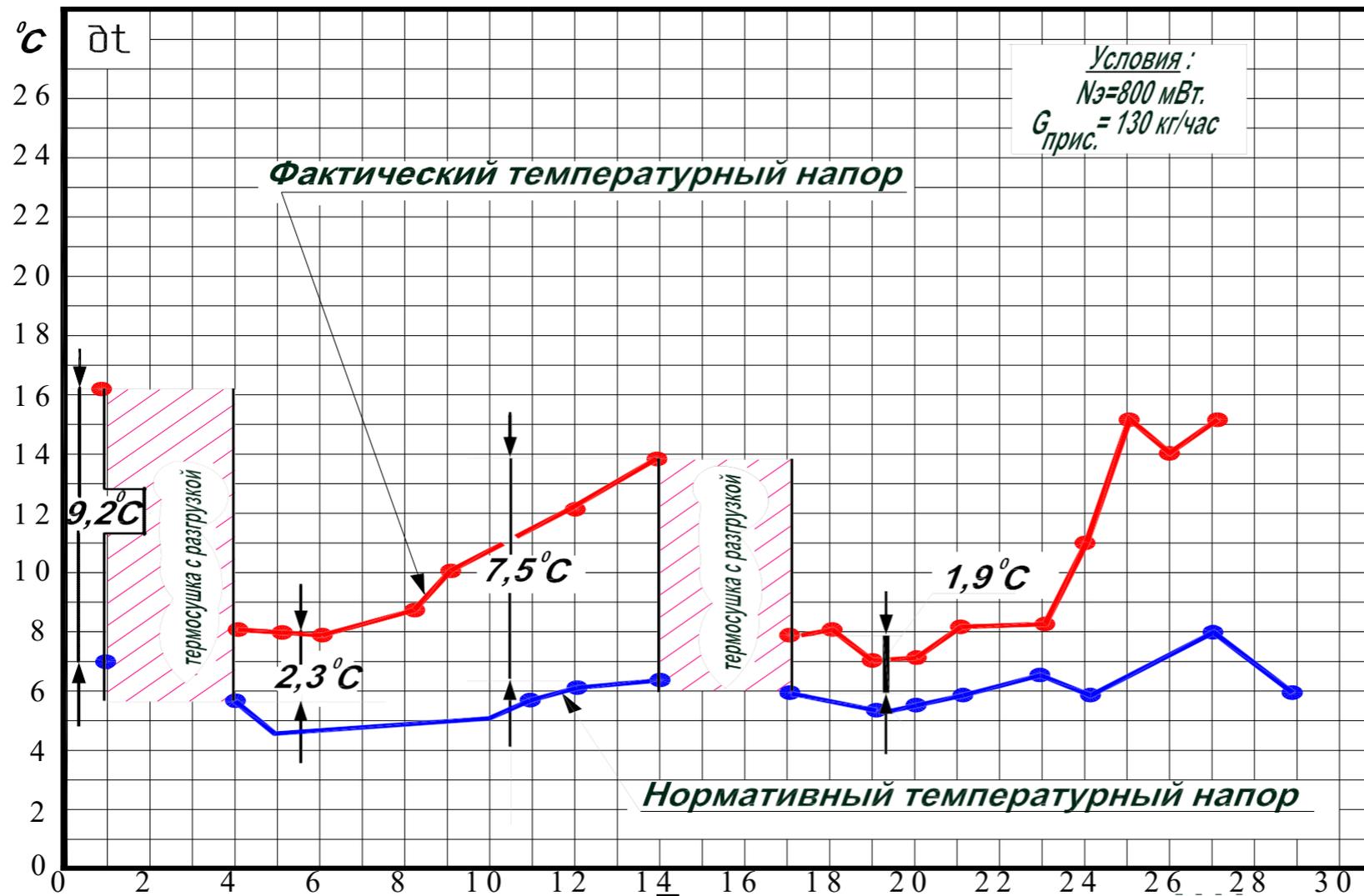
## Существующие способы очистки конденсаторов

В зависимости от характера и состава отложений, а также от качества охлаждающей воды, на отечественных электростанциях применяются различные способы очистки конденсаторных трубок: термическая и вакуумная сушки, кислотные промывки, простреливание трубок из водяных и водовоздушных пистолетов, промывка струей воды из высоконапорной установки (ВНУ) шлангом с «реактивной насадкой» и др.



Все вышеперечисленные методы очистки конденсаторов являются средствами периодического действия и требуют останова или разгрузки турбины. Для проведения «простреливания» или промывки трубок ВНУ требуется существенная продолжительность останова (разгрузки) из-за значительной трудоемкости. В период между чистками экономичность работы оборудования с загрязненным конденсатором существенно снижается, то есть турбоагрегат эксплуатируется с постепенно ухудшающимся вакуумом в конденсаторе. Ухудшение вакуума между чистками достигает ~1,0-4,0 %.

### Недостатки существующих способов очистки



В период между двумя чистками турбоагрегат эксплуатируется с постепенно увеличивающимся, относительно нормативных значений, температурным напором в конденсаторе

## Описание и преимущества системы шариковой очистки

Способ очистки конденсаторных трубок с помощью эластичных шариков из губчатой резины нашел широкое применение в мировой энергетике. Применение мягкого шарика, диаметр которого на 1÷2 мм больше внутреннего диаметра трубки, позволяет удалять с ее поверхности все виды вновь образующихся и недостаточно закрепленных отложений и поддерживать исходную чистоту трубки.

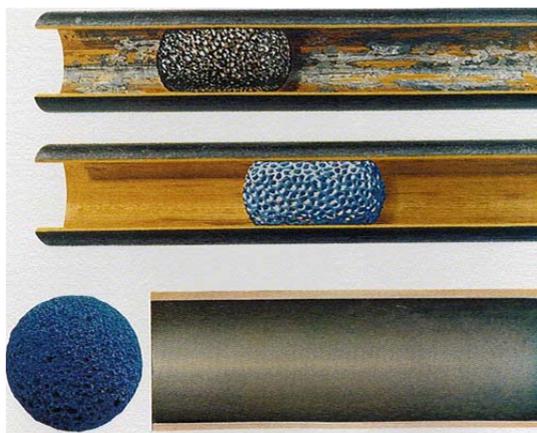
Установка очистки конденсаторов шариками из пористой резины (СШО) является эффективным, экологически чистым средством поддержания в чистоте охлаждающей поверхности трубных систем конденсатора. Система шариковой очистки – энергосберегающая технология, дающая быстрый и ощутимый экономический эффект.



### Состав СШО:

1. Конденсатор паровой турбины;
2. Фильтр самоотмывающийся поворотный – ФСП;
3. Фильтр грязевый;
4. Бак сбора мусора;
5. Шарикоулавливающее устройство – ШУУ;
6. Насос подачи шариков;
7. Камера загрузочная;
8. Калибрующее устройство;
9. Бак отработанных шариков.

## Описание и преимущества системы шариковой очистки



Установка СШО позволяет:

- снизить фактическое гидравлическое сопротивление конденсатора за счет циркуляции в контуре и, как следствие, отсутствия загрязнения трубок;
- снизить давление отработавшего пара в конденсаторе турбины при поддержании в чистоте охлаждающей поверхности конденсатора;
- исключить ограничение максимальной электрической мощности турбоагрегата из-за ухудшения вакуума в конденсаторе;
- исключить внеплановые остановки блока для очистки охлаждающих трубок с помощью альтернативных периодических методов;
- исключить коррозию охлаждающих трубок под слоем отложений, исключить их эрозию из-за попадания крупных загрязнений;
- сократить затраты на ремонт конденсаторов в период плановых остановов;
- повысить надежность блока;
- улучшить качество основного конденсата из-за уменьшения присосов охлаждающей воды и, тем самым улучшить водно-химический режим работы блока.

## Предложение ООО «ТЭР-Инжиниринг по внедрению СШО



ООО «ТЭР-Инжиниринг», совместно с ООО «ГЭХ-ТЭР», выполняет комплекс работ по внедрению СШО под ключ.

В период последних 3 лет (2022 - 2025), поставлено и внедрено более пятидесяти комплектов СШО.

В перечень оказываемых услуг входит:

- предпроектное обследование;
- разработка проектной документации;
- изготовление и поставка оборудования;
- строительно-монтажные работы с контролем качества;
- пусконаладочные работы;
- обучение эксплуатационного персонала.

Для эффективной эксплуатации СШО предусматривается выполнение подготовительных и сопутствующих работ:

- гидромеханическая очистка теплообменных трубок конденсатора;
- установка защитных сеток на трубопроводах, попадающих в зону циркуляции шариков;
- пескоструйная очистка и нанесение полимерного покрытия на водяные камеры, трубные доски и циркуловоды в зонах циркуляции шариков.

# Теплоэнергoремонт

И Н Ж И Н И Р И Н Г



СИБИРСКАЯ  
ГЕНЕРИРУЮЩАЯ  
КОМПАНИЯ



ИРКУТСКЭНЕРГО

ЮНИ  
ПРО



Общество с ограниченной ответственностью

**«Теплоэнергоремонт-Инжиниринг»**

РФ, 117036, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 3

тел./факс: 8(495)781-56-67

e-mail: [info@ter-ing.ru](mailto:info@ter-ing.ru), [www.ter-ing.ru](http://www.ter-ing.ru)