

Федеральная целевая программа

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

Энергоэффективность, энергосбережение и ядерная энергетика

Тема: Разработка методов оценки технического состояния и повышения эксплуатационной надежности котлов ТЭС на основе исследования влияния режимов их эксплуатации на эволюцию структурных превращений в металле пароперегревателей из аустенитных сталей

Соглашение 14.576.21.0085
на период 2014 - 2016 гг.

Руководитель проекта: Директор по научной работе, д.т.н.
Гринь Евгений Алексеевич

Получатель субсидии: Открытое акционерное общество "Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт"

Цели и задачи проекта

Целью реализуемого проекта является повышение эксплуатационной надёжности пароперегревателей из аустенитных сталей котлов ТЭС путем разработки новых методов оценки состояния металла. Разрабатываемые методы позволят решать принципиально новую задачу оценки технического состояния пароперегревателей и будут применяться при диагностике котлов ТЭС.

Ожидаемые результаты проекта

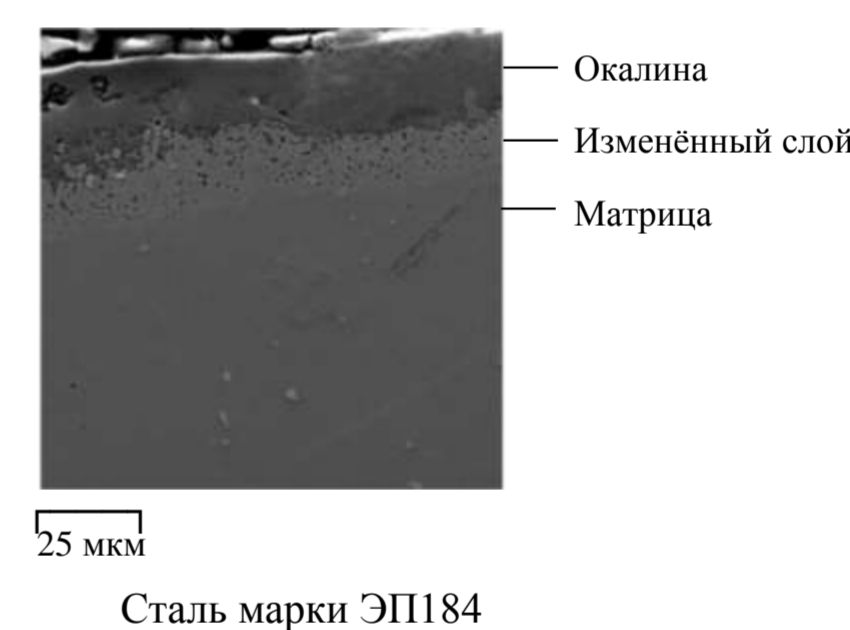
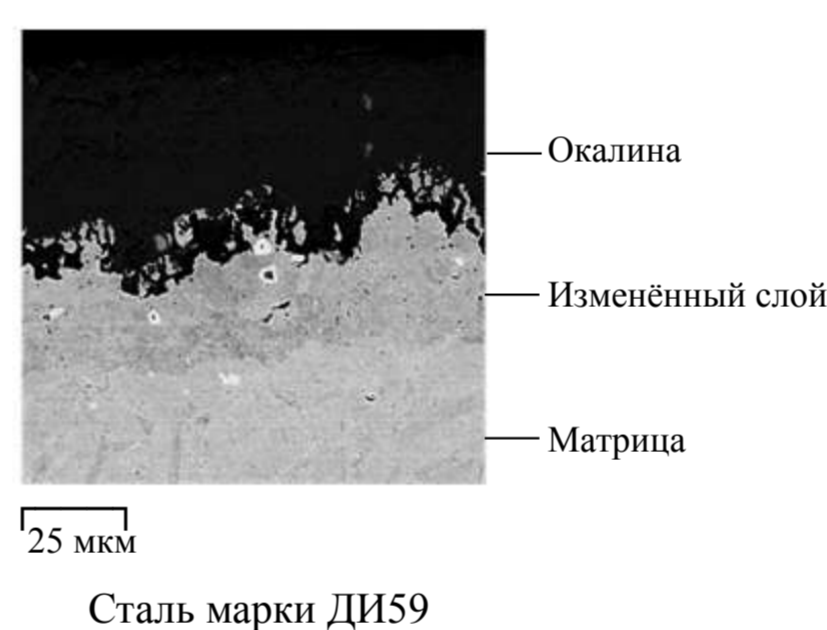
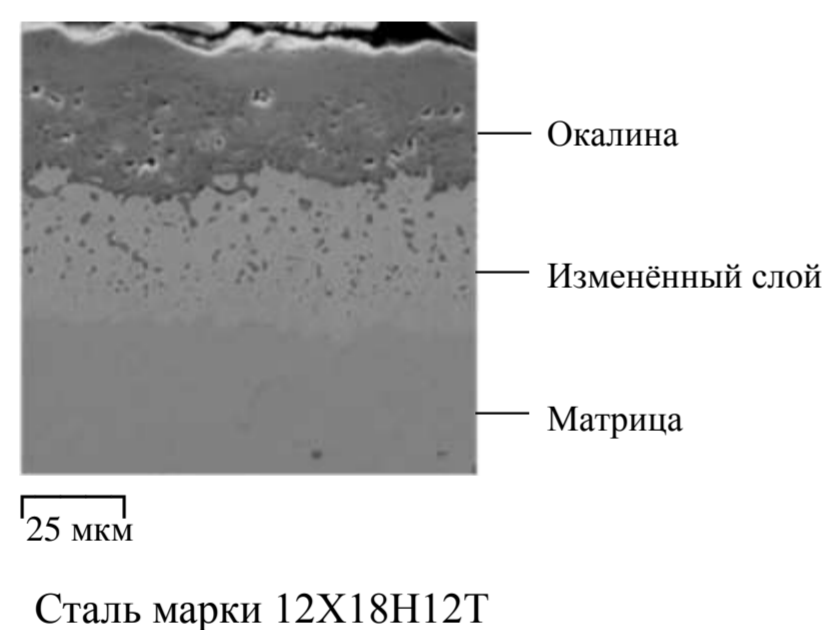
Реализация разрабатываемой методики оценки технического состояния должна привести к снижению повреждаемости пароперегревателей из аустенитных сталей котлов ТЭС а, следовательно, сокращению количества аварийных остановов энергооборудования и снижению экономических потерь.

Перспективы практического использования

Результаты проекта будут использованы специализированными организациями при проведении технического диагностирования для оценки остаточного ресурса и отбраковки перегретых змеевиков пароперегревателей энергетических котлов, эксплуатируемых на ТЭС. Эффект от внедрения результатов исследовательской работы будет выражен в снижении числа остановов энергоблоков по причине повреждения поверхностей нагрева.

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

1. С помощью электронно-микроскопического исследования наружной поверхности пароперегревательных труб из аустенитных сталей марки 12X18H12T, ДИ59 и ЭП184 после длительной эксплуатации обнаружен измененный слой. В сталях марки 12X18H12T и ЭП184 слой обогащён никелем и состоит из фазы типа $FeNi_3$, в стали марки ДИ59 слой обогащён железом и состоит из α -Fe (феррита). Обе фазы обладают ферромагнитными свойствами в отличие от парамагнитных свойств изучаемых сталей.



2. Теоретически изучена эволюция изменённого слоя применительно к полуограниченному телу из сплава металла с максимальным и металла с минимальным сродством к окислителю. Установлено, что толщина изменённого слоя зависит от свойств окисленного металла и оксида, концентрации окислителя, эффективного коэффициента диффузии и времени окисления. Поведение эффективного коэффициента диффузии описывается уравнением Аррениуса. Теоретическим решением задачи получено уравнение:

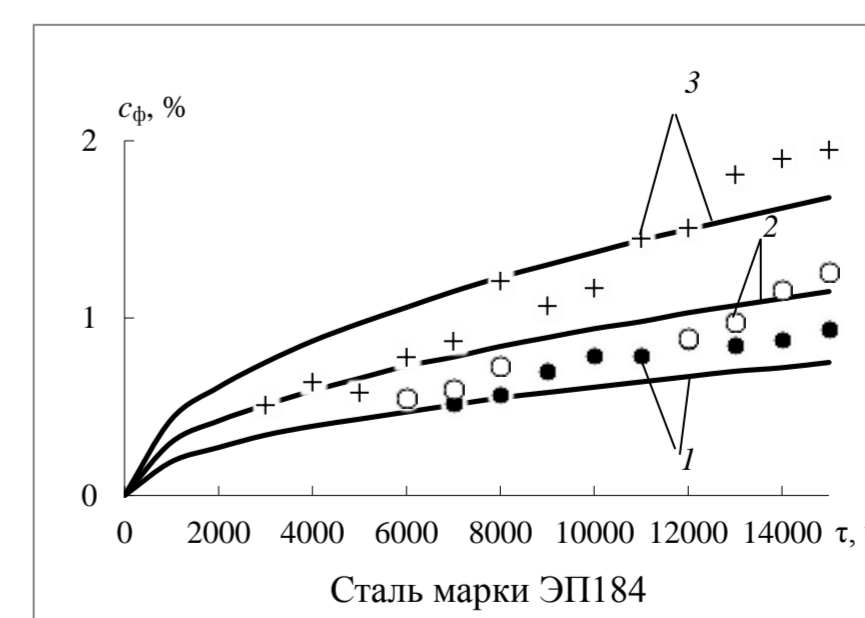
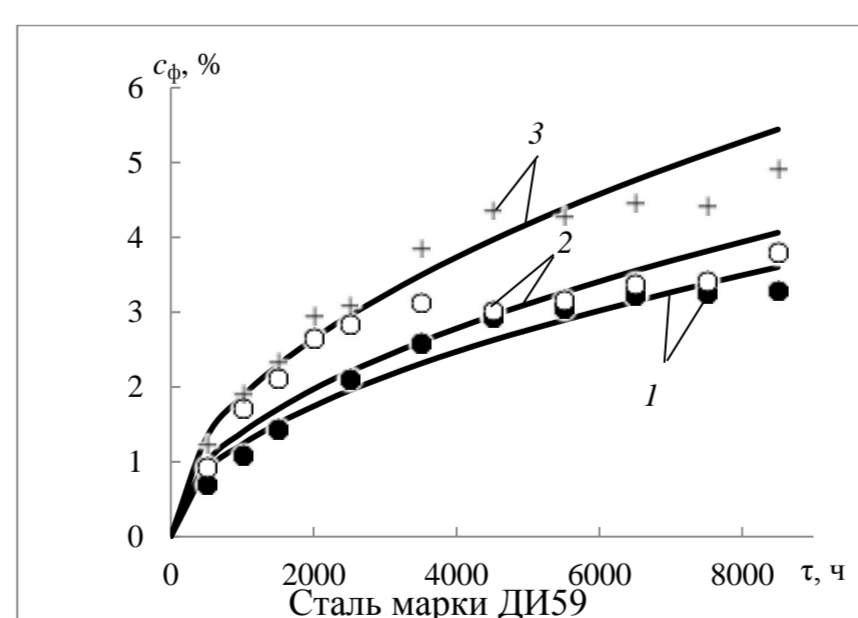
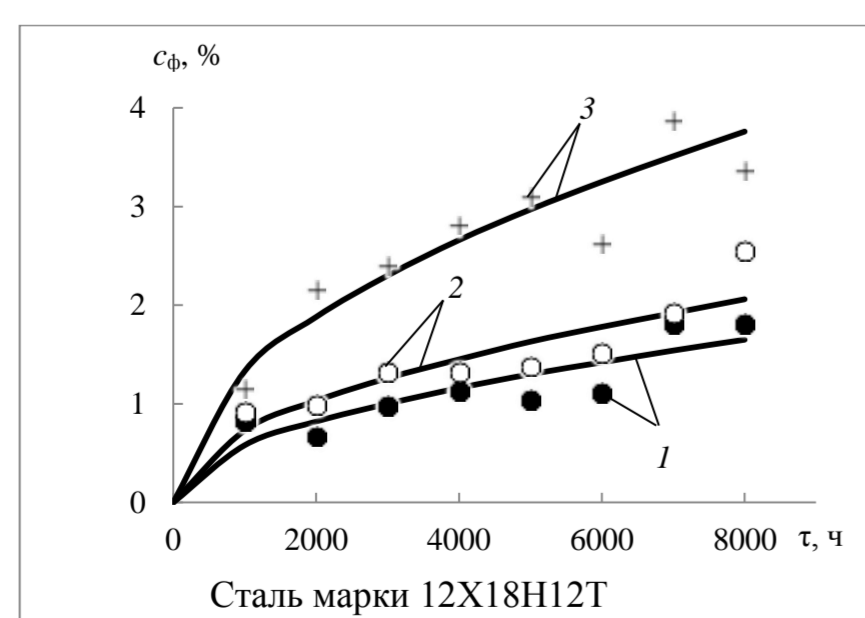
$$\xi = kc_0 \sqrt{\exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \tau}$$

где k – константа, характеризующая предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса, свойства стали и оксида, $m^4/(кг \cdot c^{0,5})$; c_0 – концентрация кислорода, $кг/м^3$; Q – энергия активации диффузии, $Дж/моль$; $R = 8,314$ $Дж/(моль \cdot K)$ – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура окисления, K ; τ – время окисления, $с$.

3. Экспериментально установлено, что толщина измененного слоя до 70 мкм прямо пропорциональна содержанию ферритной фазы (%), измеренной с помощью магнитного ферритометра.

4. Разработаны рабочие чертежи образцов для испытаний исследуемых сталей на жаростойкость и жаропрочность.

5. Проведены испытания сталей марки 12X18H12T, ДИ59 и ЭП184 на жаростойкость и жаропрочность для исследования эволюции измененного слоя магнитным ферритометром. Установлено, что содержание ферритной фазы c_{ϕ} зависит от температуры и времени испытаний, влияние напряжения пренебрежимо мало. Результаты экспериментального исследования обобщены и представлены на следующих рисунках.



Партнеры проекта

ООО «Безопасность в промышленности» — один из крупнейших экспертных центров в России. Выполняет весь комплекс работ, направленных на обеспечение норм промышленной безопасности на всех жизненных циклах оборудования: проектирование, строительство, эксплуатация, ремонт, вывод из консервации или утилизация. Учебный центр «Безопасность в промышленности» проводит профессиональную теоретическую и практическую подготовку персонала лабораторий неразрушающего контроля для последующей аттестации.

Финансовая поддержка выполнения исследовательских работ (внебюджетное финансирование) – 200 тысяч рублей.