

ОТЗЫВ

**Зарубежного научного консультанта доктора технических наук
Елистратова Сергея Львовича на диссертационную работу
Даутбекова Мерхата Курметовича «Повышение коррозионной
стойкости поверхностей нагрева котлов за счет нанесения
покрытий на основе $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{--NiCr}$ », представляемую на соискание
академической степени доктора философии (PhD) по
образовательной программе 8D07103 - Теплоэнергетика**

В настоящее время актуальной задачей является повышение надежности и долговечности изделий, эксплуатационные характеристики которых определяются свойствами их рабочих поверхностей. Наибольший интерес представляет развитие технологий нанесения покрытий со слоистой структурой, отвечающих современным требованиям по защите поверхности деталей поверхностей нагрева, подвергающихся интенсивному износу в процессе эксплуатации.

Диссертационная работа Даутбекова М.К. направлена на исследование физических закономерностей износостойких покрытий, особенностей технологий их нанесения на теплообменные поверхности котлоагрегатов. Экспериментальные и теоретические исследования были направлены на изучение износостойкого градиентного покрытия $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{--NiCr}$, нанесенные на стальные поверхности элементов котлоагрегатов методом детонационного напыления. Покрытия $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{--NiCr}$ обладают высокой твердостью и износостойкостью, широко используется для снижения износа теплообменного оборудования при температурах $500 \div 900^\circ\text{C}$, в том числе в агрессивных средах. Выбор в качестве объекта исследования указанного покрытия обусловлен двумя факторами: во-первых, при получении покрытия $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{--NiCr}$ методом детонационного напыления, определено влияние оксидной пленки Cr_2O_3 на окислительно-эрозионные свойства котельных сталей; во-вторых, при нанесении порошковых покрытий возможно регулировать размеры зерна, в их структуре, оказывающих непосредственное влияние на

Ряд научных положений, сформулированных М.К. Даутбековым, вносят определенный вклад в разработку технологий получения градиентных покрытий на основе $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{--NiCr}$. Так, автором впервые на основании совокупности различных экспериментальных данных разработана технология нанесения градиентных порошковых покрытий, который защищен патентом РК на изобретение «Способ получения износостойких покрытий с помощью детонационного напыления» (№36690 опуб. 12.04.2024г.).

В ходе проведенных исследований была изучена структура, фазовый состав и свойства покрытий $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{--NiCr}$, нанесенных методом детонационного напыления на поверхности стали 12Х1МФ, используемой в энергетическом оборудовании. Эксперименты показали, что выбор оптимальных технологических параметров

детонационного напыления, таких как состав газовой смеси и режим напыления, оказывает значительное влияние на такие свойства покрытий, как их твердость, износостойкость и коррозионная стойкость. Эти выводы сделаны автором на основании анализа результатов рентгеноструктурного анализа, сканирующей электронной и просвечивающей электронной микроскопии, профилометрии, наноиндентирования, скретч-тестирования и трибологических и натурных испытаний.

Достоверность результатов обеспечивается использованием современных методов изучения структуры, химического и фазового состава, профиля поверхности, механических и трибологических испытаний, большими объемами и повторяемостью экспериментальных данных. Результаты исследования, проведенные в диссертационной работе, не противоречат известным научным представлениям и результатам. Результаты теоретических расчетов, выполненных автором, также хорошо коррелируют с данными экспериментальных исследований.

Использование градиентных покрытий $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-NiCr}$ позволяет значительно снизить скорость коррозии и эрозии элементов пароперегревателей, что увеличивает срок их службы и в целом повышает надежность работы энергетических установок. Полученные результаты открывают перспективы для широкого внедрения таких покрытий в энергетике, особенно при использовании низкосортных углей, продукты горения которых оказывают коррозионное и эрозионное воздействие на теплообменные поверхности котлоагрегатов.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Даутбекова Мерхата Курметовича «Повышение коррозионной стойкости поверхностей нагрева котлов за счет нанесения покрытий на основе $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-NiCr}$ » является законченной научно-исследовательской работой, выполнена на современном научном уровне, обладает новизной и научно-практической значимостью и отвечает требованиям, предъявляемым к академической степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07103-«Теплоэнергетика».

Зарубежный консультант,
доктор технических наук по специальности
01.04.14 – Теплофизика и теоретическая
теплотехника, профессор кафедры Тепловых
электрических станций Новосибирского
государственного технического университета
(НГТУ-НЭТИ)



Елистратов
Сергей
Львович

Подпись Елистратова С.Л. заверяю:

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ НГТУ
ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
ПРОФЕССОР
ШУМСКИЙ Г.В.

