



ОСОБЕННОСТИ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ГАЗОПЕРЕ- КАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

ГАЛИНА ШАЙДУРОВА, д.т.н.
ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВ
ПАО НПО «Искра», г. Пермь

В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ ИНТЕНСИВНО РАЗВИВАЕТСЯ ХИМИЧЕСКОЕ И НЕФТЕГАЗОВОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ, ЧТО ТРЕБУЕТ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГАЗОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ И НЕПОСРЕДСТВЕННО СВЯЗАННЫХ С НИМИ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ. И ЗДЕСЬ ОДНОЙ ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ВЫСТУПАЕТ ПРОБЛЕМА АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ.





Результаты эксплуатации топливно-энергетических комплексов выявили ряд технических проблем, непосредственно связанных с интенсивностью при эксплуатации процессов коррозии стальных конструкций. Особенно это касается выхлопных систем, которые испытывают воздействие агрессивных химических сред как от регионально-климатических факторов, так и от термоциклических перепадов в диапазоне от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Система наиболее уязвима на этапе инерционного охлаждения при выключении агрегатов. В этот период при остановках в многослойных системах лакокрасочных покрытий вследствие возникновения напряжений в поверхностных слоях полимерных матриц зарождаются микротрещины, приводящие к нарушениям целостности покрытия. Восстанавливать такие покрытия на действующих агрегатах весьма проблематично для технического исполнения – это требует дополнительных экономических затрат. А использова-

ние нержавеющей сталей приводит к еще большему удорожанию агрегатов. Кроме того, в процессе эксплуатации на поверхности нержавеющей стали образуются цвета побежалости, что не соответствует требованиям дизайн-макета.

Для выхлопного тракта газоперекачивающих агрегатов особенно важна способность материала или системы материалов сопротивляться действию тепловых напряжений, что характеризует их работоспособность и долговечность.

Газоперекачивающий агрегат – это сложная технологическая установка в блочно-контейнерном исполнении (рис. 1), предназначенная для компримирования газа в магистральной компрессорной станции.

Монтаж газоперекачивающего агрегата производится на месте эксплуатации из блоков заводской готовности с установленными в них элементами систем жизнеобеспечения.

В контейнерах блоков организованы рабочие пространства для работы обслуживающего

персонала при проведении профилактических и регламентных работ с агрегатами и аппаратурой.

Управление, регулирование и контроль газоперекачивающего агрегата при пуске, работе и останове производятся в автоматическом режиме с пульта оператора посредством системы автоматического управления.

Отвод отработанных газов от двигателя газотурбинной установки, выброс их в атмосферу и глушение шума осуществляется через систему выхлопа газоперекачивающего агрегата.

Система выхлопа выполнена вертикальным отводом выхлопных газов и установлена в монолитном фундаменте.

Тепловыми расчетами показано, что максимальное значение температуры поверхности выхлопной системы газоперекачивающего агрегата составляет $380\text{ }^{\circ}\text{C}$ при температуре продуктов сгорания $T_g = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ и температуре внешнего воздействия окружающего воздуха $T_a = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Максимальная температура продуктов сгорания газов может достигать предельного значения 540 °С при наличии термоперепадов при остановах (табл. 1).

Для проведения комплексных исследований была разработана и изготовлена специальная лабораторная установка одностороннего нагрева, максимально имитирующая экстремальные условия эксплуатации исследуемого объекта (рис. 2).

ма температуры продуктов сгорания ГТУ на выходе из диффузора (при испытании ГТЭС-4 № 2 на Сысертской АРП).

При нахождении максимального порога температуры испытания (выдержки) образцов учитывалось наибольшее расчетное значение наружной стенки (380 °С), достигаемое за счет нагрева исходящими газами (540 °С).

В ходе испытаний образцы с различными системами помещали в установку и подвергали

Скорость нагрева была определена исходя из полученных результатов замеров с помощью тепловизора при подъеме температуры.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Спроектированная лабораторная установка одностороннего нагрева обеспечила имитацию воздействия на испытуемый объект (защитные покрытия) комплекса факторов, вклю-

Таблица 1. Характеристика термического цикла

Выдержка	продолжительность, с	3600	
	температура образца, °С	380	
	температура внутри печи, °С	540	
Нагрев	продолжительность, с	2400 (расчет)	
	скорость, °С/с	0,23	
	способ нагрева	Электродпечь	
Охлаждение	способ охлаждения или охлаждающая среда	Сжатый воздух	Спокойный воздух
	скорость, °С/с	15,9	5,2
	продолжительность, с	1800	5400

Рис. 1. Внешний облик газоперекачивающего агрегата



СИСТЕМА НАИБОЛЕЕ УЯЗВИМА НА ЭТАПЕ ИНЕРЦИОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ВЫКЛЮЧЕНИИ АГРЕГАТОВ. В ЭТОТ ПЕРИОД ПРИ ОСТАНОВКАХ В МНОГОСЛОЙНЫХ СИСТЕМАХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ ЗАРОЖДАЮТСЯ МИКРОТРЕЩИНЫ, ПРИВОДЯЩИЕ К НАРУШЕНИЯМ ПОКРЫТИЯ.

Установка представляет собой металлический кожух, внутри которого размещена электрическая трубчатая печь (рис. 3). Установка снабжена термопарой, температура внутри кожуха автоматически регулируется в заданном диапазоне с погрешностью ±5 °С.

Скорость нагрева была определена исходя из ранее полученных результатов замеров: подъе-

мпературному воздействию до начала повреждения в ходе термоциклирования. Наблюдаемые повреждения: деструкция, сублимация, растрескивание, отслаивание, скручивание и обвисание пленки.

Результаты лабораторных исследований лакокрасочных покрытий на термоцикличность представлены в таблицах 2 и 3.

чая продукты сгорания газа, вызывающие высокий уровень температур знакопеременного характера.

2. Проведенные работы по исследованию защитных покрытий на основе отечественных и зарубежных производителей установили, что для термостойких покрытий, предназначенных для эксплуатации в условиях воздействия про-



Рис. 2. Лабораторная установка (×30)



Рис. 3. Трубчатая печь (×3)

Таблица 2. Результаты лабораторных работ на термическую усталость

Покрытие	Толщина, мкм	Количество образцов, шт.	Рабочая (max) температура, рекомендованная разработчиком материала, °C	Количество плановых циклов, шт.	Количество проведенных циклов до разрушения
Силтэк-2	75-85	20	600	20	20
	80-120				8
ЦВЭС	60-80	20	150	20	12
	90-120				3
КО-8101	50-60	20	600	20	18
	90-120				8
КО-814	45-60	20	500	20	5
	90-120				3
КО-868	50-60	20 (каждого покрытия)	600	20	18
	90-120				9
DF 09-9061	60-80	20	600	20	20
	100-120				10
Interzinc 22 Intertherm 181	65-75	20	400	20	8
	90-120				6
Interzinc 22 Intertherm 50	40-50	20	540	20	20
	80-100				12
Hempel silicone Aluminium 56910	60-75	20	600	20	20
	90-120				10



ПРОВЕДЕННЫЕ РАБОТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ УСТАНОВИЛИ, ЧТО ДЛЯ ТЕРМОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ГАЗА, СОПРОВОЖДАЕМЫХ ВЫСОКИМИ ЦИКЛИЧЕСКИМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ, ОПТИМАЛЬНЫМИ ЯВЛЯЮТСЯ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНЫХ ПЛЕНОК В УЗКОМ ДИАПАЗОНЕ 70–80 МКМ.

Таблица 3. Определение термостойкости покрытий

Покрытие	Рабочая (max) температура, рекомендованная разработчиком материала, °С	Максимальная выдержанная температура, °С
Силтэк-2	600	600
ЦВЭС	150	400
КО-8101	600	450
КО-814	500	300
КО-868	600	400
DF 09-9061	600	600
Interzinc 22		
Intertherm 181	400	450
Interzinc 22		
Intertherm 50	540	600
Hempel silicone Aluminium 56910	600	600

дуктов сгорания газа, сопровождаемых высокими циклическими температурами, оптимальными являются толщины защитных пленок в узком диапазоне 70–80 мкм.

3. В результате изучения особенностей конструкции исследуемого объекта подтверждена целесообразность моделирования условий эксплуатации изделий на этапе проектно-конструкторских работ с целью выбора оптимального защитного покрытия и сокращения объема обработки изделий.

4. По результатам исследования была разработана методика термического воздействия (в комплексе с сопутствующими факторами) на исследуемые объекты исходя из особенностей условий эксплуатации агрегата ГПА-25ДУ. ■

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамович Б.Г., Гольштейн В.Л. Интенсификация теплообмена излучением с помощью покрытий. — М.: Энергия, 1977. — 250 с.
2. Шайдурова Г.И., Васильев И.Л. Экспериментальная установка для оценки термостойкости защитных покрытий // Промышленная окраска. — 2005. — № 6. — С. 36–37.
3. Карякина М.И., Попцов В.Е. Технология полимерных покрытий. — М.: Химия, 1983. — 335 с.
4. Карякина М.И. Испытания лакокрасочных материалов и покрытий. — М.: Химия, 1988. — 272 с.

5. Фокин М.Н., Емельянов Ю.В. Защитные покрытия в химической промышленности. — М.: Химия, 1981. — 304 с.
6. Шуровский В.А., Зайцев Ю.А. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты. — М.: Недра, 1994. — 192 с.
7. Круглицкая В.Я., Никулина А.Ф., Коваленко А.В. Защитные покрытия на основе кремнийорганических пленкообразующих материалов // Прогрессивные лакокрасочные материалы и их применение. — М.: Химия, 190. — 252 с.
8. Шайдурова Г.И., Васильев И.Л. Экспериментальная установка для оценки термостойкости защитных покрытий // Промышленная окраска. — 2005. — № 6.