

Получены следующие данные по теплопроводности (λ):

| Материал образцов | λ , Вт/(м·°С) |
|--|-----------------------|
| На волокне системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ | 0,13–0,14 |
| НК–SiC | 0,24–0,25. |

Данные результаты свидетельствуют о том, что разработанный СККМ на оксидных волокнах по теплопроводности превосходит СККМ на дефицитном армирующем волокне SiC.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели разработанного СККМ на основе оксидных армирующих наполнителей и стеклокерамической матрицы: высокая температуроустойчивость, механическая прочность, низкие теплопроводность и плотность, экологическая безопасность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фундаментальные проблемы высокоскоростных течений: Международная научно-техническая конференция.– М.: ЦАГИ, 2004, с. 64–96.
2. Композиционные материалы: Справочник.– М.: Машиностроение, 1990, Гл. 1, с. 7–10.
3. Августинник А.И. Керамика.– Л.: Стройиздат, 1975, с. 370–380.
4. Солнцев С.С., Минаков В.Т., Розененкова В.А., Швец Н.И., Миронова Н.А., Антонова С.В. Комплексные температуроустойчивые защитные покрытия для керамокерамических композиционных материалов: Труды XVIII совещания по температуроустойчивым функциональным покрытиям, ч. 2.– Тула: изд. ТПУ им. Л.Н. Толстого, 2001, с. 8–10.

С.С. Солнцев, Н.В. Исаева, В.В. Швагирева, Г.А. Соловьева

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЖАРОСТОЙКИЕ ЭМАЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА ТЕПЛОАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ И ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

Приведены данные по влиянию и воздействию продуктов сгорания топлива на сопротивляемость коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов и их работоспособность. Для защиты от коррозионного воздействия продуктов сгорания топлива разработаны и применяются жаростойкие газоплотные стеклоэмалевые покрытия.

Ключевые слова: жаростойкие эмалевые покрытия, коррозионностойкие стали, жаропрочные сплавы.

Сопротивляемость коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов воздействию продуктов сгорания топлива зависит от химического состава материала, влияния примесей топлива, температуры и продолжительности воздействия, а также циклического нагружения на работающие конструкции.

При неполном сгорании некоторых топлив в продуктах сгорания всегда содержатся соединения углерода (оксид углерода, углеводороды и др.), что приводит к отложению на поверхности металлических конструкций продуктов термического разложения углеводородных горючих (нагар, сажа).

При повышенном количестве серы в топливе сернистый газ или сероводород оказывает сильное разрушающее действие на стали и сплавы, содержащие никель и кобальт. Происходит охрупчивание материалов из-за образования легкоплавких соединений (Ni_3S_5 , NiS , FeS и др.), что снижает стойкость металлов к коррозии и их жаростойкость.

Особенно сильное разрушение идет по границам зерен, а также в глубь материала – вплоть до сквозного поражения.

В присутствии ионов хлора коррозионностойкие стали в интервале температур 600–850°C склонны к межкристаллитной коррозии и разрушению.

Удельная потеря массы образцов из жаропрочных никелевых сплавов при температуре 850°C в течение 1 ч при воздействии агрессивных компонентов топлива (соединения серы и хлоридов) составляет 930–1084 г/м². Удельная потеря массы коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов в топливе ТС-1 представлена на рис. 1. При перекачке топлива Т-15 через теплонагруженные элементы летательных аппаратов в результате термодеструкции топлива (пиролиза) имеет место налипание компонентов топлива – коксоотложение на внутренней поверхности конструкций.

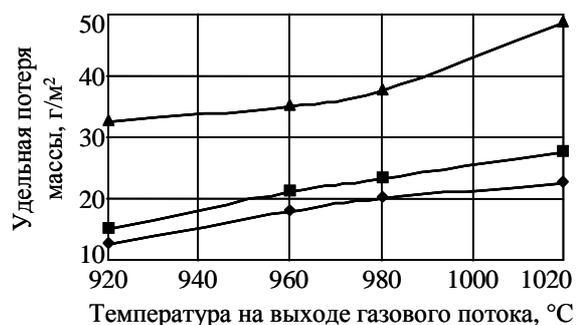


Рис. 1. Стойкость коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов в топливе ТС-1:

◆ – высокохромистый никелевый сплав; ■ – никелевый сплав; ▲ – коррозионностойкая сталь

Высокие температуры и продолжительная работа теплонапряженных элементов из коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов приводят к изменению поверхностных слоев металлических конструкций (обезлегирование, окисление, коррозионное разрушение) и к снижению их эксплуатационных свойств.

Вредное влияние на металлическую подложку оказывают частицы золы, в которой после сгорания нефтепродуктов обнаруживается присутствие пятиоксида ванадия (V_2O_5 с температурой плавления 675°C), что резко снижает жаростойкость сплавов и приводит к их разрушению.

Для защиты от коррозионного воздействия продуктов сгорания топлива теплонагруженных элементов из коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов разработаны жаростойкие стеклоэмалевые покрытия на основе силикатных систем, уплотненные крупными катионами щелочноземельных металлов.

Жаростойкие, газоплотные стеклоэмалевые покрытия обладают минимальной склонностью к воздействию продуктов сгорания топлива и минимальным коксоотложением. При этом скорость отложения продуктов сгорания топлива не зависит от материала подложки, так как покрытие выполняет изолирующую функцию, т. е. исключается контакт конструкционного материала с топливом.

На рис. 2 представлены данные по потере массы образцов из жаропрочного никелевого сплава в зависимости от содержания ванадия в топливе. Как видно из приведенных данных, применение жаростойкого стеклоэмалевого покрытия снижает удельную потерю массы образцов в 6–8 раз.

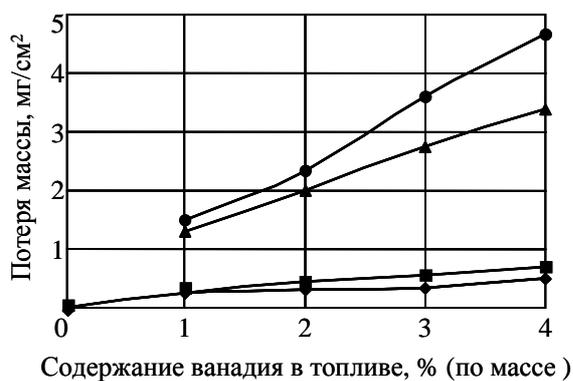


Рис. 2. Окисляемость жаропрочного никелевого сплава с эмалевым покрытием (◆, ■) и без покрытия (▲, ●) при температуре 600 (◆, ▲) и 850°C (■, ●)

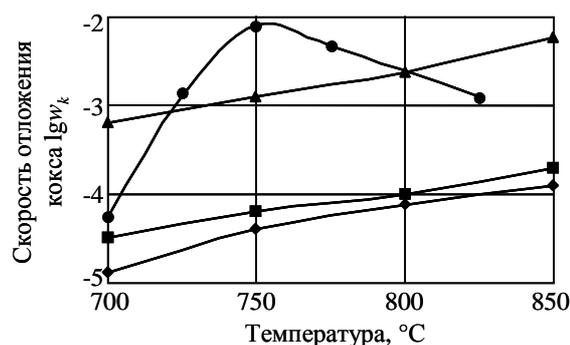


Рис. 3. Температурная зависимость скорости коксоотложения w_k на кварце (◆), стали с эмалевым покрытием (■), жаропрочном сплаве (▲) и на коррозионностойкой стали (●)

Исследование влияния жаростойких эмалевых покрытий на снижение уровня коксоотложения при прокатке компонентов топлива Т-15 в интервале температур 700–800°C через образцы из коррозионностойких сталей и жаропрочных сплавов, имитирующие участок теплонапряженных элементов летательных аппаратов, показало:

- при увеличении температуры с 700 до 800°C за 1 ч коксоотложение на металлической поверхности увеличивается с 30 до 250 мг;
- применение эмалевого покрытия позволило снизить коксоотложение в 50–60 раз.

Температурная зависимость скорости коксоотложения на разных подложках представлена на рис. 3.

Высокотемпературные жаростойкие эмалевые покрытия на основе экологически чистых, недефицитных компонентов, полученных по традиционной шликерно-обжиговой технологии, обеспечивают работоспособность и ресурс теплонагруженных элементов летательных аппаратов при воздействии продуктов сгорания топлива.