

УДК 620.197.6

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Ольга Глебовна Кириллова

*Студент 5 курса*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Л.В. Тарасенко,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»*

Российская авиационная техника (АТ) эксплуатируется в России и странах ближнего зарубежья во всеклиматических условиях. Анализ коррозионного состояния авиационной техники показывает, что на многих изделиях коррозии подвергаются детали пониженной коррозионной стойкости из углеродистых сталей. Для деталей, в том числе валов, отечественных газотурбинных двигателей (ГТД) традиционно применяются жаропрочные коррозионностойкие стали мартенситного класса с прочностью до 1200 МПа. В течение последних лет во ФГУП «ВИАМ» проведены исследования возможности применения для вала ГТД высокопрочной мартенситостареющей стали ВКС-170-ИД с прочностью свыше 1570 МПа. Сравнительные испытания в камере солевого тумана образцов из вышеуказанных сталей показали, что сталь ВКС-170-ИД не может быть применена без защиты от атмосферной коррозии, в том числе при рабочих температурах до 460 °С.

Наиболее широко применяемыми анодными покрытиями в авиационной промышленности являются гальванические цинковые и кадмиевые покрытия, а также плазменные алюминидные покрытия. Гальванические покрытия имеют ограничения по температуре эксплуатации (до 250 °С). Кроме того, технология нанесения как гальванических, так и плазменных покрытий связана с применением специального оборудования и требует повышенной квалификации обслуживающего персонала. Поэтому разработка анодного металлсодержащего покрытия, лишённого недостатков вышеперечисленных покрытий и технологий их нанесения, является весьма актуальной.

Целью данной работы являлась разработка композиционного покрытия анодного по отношению к стали для защиты от коррозии деталей из углеродистых, в том числе высокопрочных сталей, эксплуатирующихся при температуре до 460 °С.

Состав для нанесения композиционного покрытия представляет собой суспензию металлического алюминиевого порошка в водном растворе алюмохромфосфатного связующего.

Перед нанесением защитного покрытия стальные образцы подвергали пескоструйной обработке электрокорундовым шлиф-порошком. Таким видом

обработки достигается заданная адгезия.

Покрытие наносят методом пульверизационного распыления. Рекомендуется наносить покрытие в два слоя с термообработкой каждого слоя. Тепловую обработку проводят ступенчато: сначала сушат на воздухе, а затем прокаливают в воздушной печи при температуре 200 °С в течение 30-45 минут.

Покрытие обладает удовлетворительной адгезией к стали (не ниже 2 балла), что подтверждено испытаниями как методом нанесения параллельных надрезов, так и более жёстким методом нанесения сетки царапин, который применим для покрытий толщиной до 20 мкм. Отслаивания покрытия и сколов, в том числе в местах перекрестий, невооружённым взглядом не наблюдается.

Была определена водостойкость композиционного покрытия. При кипячении образцов с покрытием в дистиллированной воде в первый час происходит снижение массы образцов на 0,15-0,50 г/м<sup>2</sup> покрытия за счёт растворения неотверждённых компонентов суспензии. Дальнейшее кипячение образцов с покрытием в течение 5 ч не приводит к изменению их массы.

Для определения защитной способности композиционного покрытия на основе фосфатов были проведены сравнительные ускоренные коррозионные испытания в камере соляного тумана (КСТ-35) образцов с различными видами покрытий. Испытаниями в камере соляного тумана было показано, что композиционное покрытие обладает защитными свойствами – продукты коррозии стали не обнаружены в течение 2500 часов испытаний.

Натурные испытания в условиях приморской зоны умеренного тёплого климата под навесом в ГЦКИ и в условиях с умеренным климатом промышленной зоны на открытой площадке в МЦКИ образцов с покрытиями также подтвердили высокие защитные свойства композиционного покрытия. Испытания показали, что в течение 24 месяцев экспозиции на всех образцах наблюдается потускнение покрытия и плотный пылевой налёт, коррозионных повреждений стали не обнаружено.

В процессе нанесения композиционного покрытия практически не происходит наводороживание стальной основы, что позволяет применять данное покрытие на высокопрочных сталях без изменения их механических свойств.

Образцы из стали ВКС-170ИД с композиционным покрытием, испытанные на многоцикловую усталость (МнЦУ) при напряжении  $\sigma_{-1}=550$  МПа и температуре 460 °С и на длительную прочность при напряжении  $\sigma=824$  МПа и температуре 460 °С, простояли без разрушения более установленной базы испытаний 20 млн. циклов для МнЦУ и 100 ч для испытаний на длительную прочность.

Разработанное композиционное покрытие на основе фосфатов и алюминиевого порошка может быть применено для защиты от коррозии деталей из углеродистых сталей, в том числе высокопрочных, эксплуатирующихся во всеклиматических условиях, в том числе при повышенных температурах до 460 °С.