

Хромоалитирование лопаток рабочих I ступени

Г.Ю. Рудковский¹, А.И. Бухмиллер¹, Я.В. Букина¹, Д.Д. Закирова¹,
Ф.С. Жижин¹, А.В. Бурлаков¹

¹Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация: В современном авиастроении лопатки турбины эксплуатируются в условиях агрессивной среды. Особо критична высокая температура. Детали работают под напряжением на растяжение, поэтому возникают высокие деформирующие усилия, растягивающие лопатки. Все это обуславливает применение материалов высочайшего качества для изготовления лопаток, способные выдерживать значительные нагрузки при крутящем моменте, а также любые усилия в условиях высокого давления и температуры. Качеством лопаток турбины оценивается общая эффективность агрегата. Данная статья рассматривает один из основных способов обработки лопаток для увеличения срока эксплуатации.

Ключевые слова: Хромоалитирование, химико-термическая обработка, давление, температура, окислительная стойкость, эрозионная стойкость.

Лопатки рабочие I ступени находятся в газотурбинном двигателе «РД-33МК» (см. рис. 1) и установлены на диске или непосредственно на роторе. Они образуют рабочие каналы, в которых происходит преобразование потенциальной и кинетической энергии потока пара в механическую энергию вращения ротора.

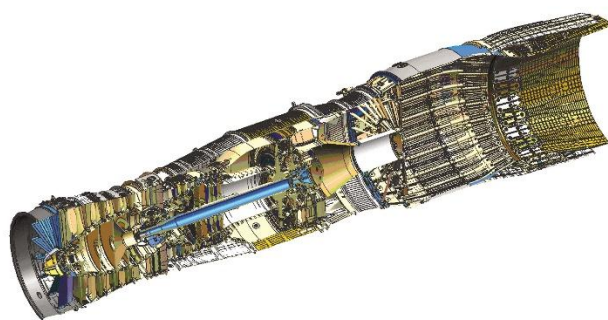


Рисунок 1 – Газотурбинный двигатель «РД-33МК»

Лопатки и детали проточной части подвергаются статическому и динамическому воздействию газового потока. При этом возможны температурные перепады типа тепловых ударов до 400°C. Лопатки подвергаются также эрозионному и коррозионному воздействию потока продуктов сгорания при скорости его до 700 м/с. Запыленность потока

твердыми частицами размером до 100 мкм может достигать концентрации 0,3 мг/м³. Дополнительным неблагоприятным фактором является невозможность установки газоочистных устройств перед турбиной, ввиду больших температур газа.

Хромоалитирование является химико-термической обработкой металлов в вакууме. Сущность способа: проводят диффузионное хромоалитирование стальных изделий в вакууме с остаточным давлением не более 1,33 Па путем нанесения на их поверхность порошковой смеси, состоящей из 94,5-96,0% хрома и 4,0-5,5% алюминия, нагрева до температуры 1000-1150°С с продолжительностью процесса 3,5-4,5 ч. Хром применяется в виде порошка с содержанием примесей не более 1,0% [1].

Хромоалитирование может быть использовано в машиностроительной и металлургической промышленности для поверхностного упрочнения инструмента, технологической оснастки и деталей машин.

Целью хромоалитирования является получение высокого качества насыщаемой поверхности за счет образования особого диффузионного слоя на стальном изделии с любой формой сложности, ускорение процесса диффузии, уменьшение трудоемкости работ, и применяемых материалов, а также закалки обрабатываемых изделий непосредственно с температурой нагрева при хромоалитировании в вакуумной печи.

Основным способом хромоалитирования является обработка в вакууме изделий из сплавов и сталей на никель-хромовой и титановой основе [2].

Лопатки из ЖС-26ВИ подвергают хромоалитированию в вакуумной печи СЭВ 5,5 (см. рис. 2). При температуре закалки и выдержке 2-5 ч имеют микротвердость 600-700 кг/мм, толщину слоя от 10 до 30 мкм и высокую жаростойкость (700-1000°С).

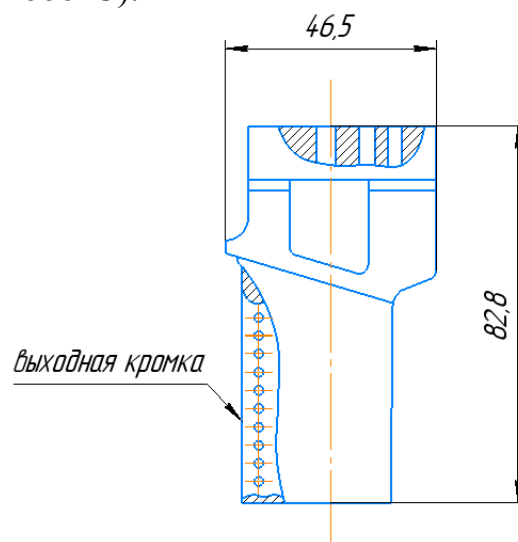


Рисунок 2 – Эскиз лопатки рабочей I ступени

Путем нанесения на их поверхность порошковой смеси, состоящей из 94,5-96,07% хрома и 4,0-5,57% алюминия, нагрева до температуры 1100-1150°С

с продолжительностью процесса 3,5-4,5 ч. Хром применяется в виде порошка с содержанием примесей не более 1,07% [3].

Преимущество данного метода: значительное повышение жаростойкости (окалиностойкости) и эрозионной стойкости, что является приоритетным для лопаток, работающих в агрессивных средах [4].

Недостатками этого способа являются: небольшая микротвердость поверхности; небольшая глубина диффузного слоя из-за применения окиси алюминия; громоздкость и большая трудоемкость подготовительно вспомогательных работ из-за необходимости применения полугерметичных контейнеров для укладки изделий с порошковой смесью.

Библиографический список

1. Абраимов Н.В., Елисеев Ю.С., Шкретов Ю.П., Терехин А.М. Прогрессивные технологии защиты лопаток турбин от газовой коррозии Полет. Общероссийский научно-технический журнал. 2008. № 3. С. 17-25.

2. Бахрунов К.К. Механические свойства покрытий на никелевых жаропрочных сплавах, полученные циркуляционным хромоалитированием Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2011. № 7. С. 63-68.

3. Панков В.П., Ковалев В.Д. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных методом хромоалитирования в вакууме / Упрочняющие технологии и покрытия. 2020. Т. 16. № 2 (182). С. 85-92.

4. Терехин А.М. Повышение долговечности лопаток турбин газотурбинных двигателей нанесением модифицированных комбинированных покрытий системы Ni-Al-Cr автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. Москва, 2008.