

УДК 621.452

Пейчев Г.И., Замковой В.Е., Марков Е.И., Резниченко Ю.Л.

Государственное предприятие "Запорожское машиностроительное конструкторское бюро "Прогресс" имени академика А.Г. Ивченко. Украина, Запорожье

ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ОТ НАГАРОВ АЭРОЗОЛЬНЫМИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМИ ПОТОКАМИ**Анотація**

В статті викладені фізичні основи очищення поверхні аерозольними газодинамічними потоками. Наведена схема устави, розглянути питання технології, вказані переваги даного виду очищення.

Abstract

The basic physics of cleaning surfaces by aerosol gas-dynamic flows is set forth in the paper. The diagram of installation is presented, technological process issues are considered, and advantages of this cleaning method are pointed out.

В процессе эксплуатации газотурбинного двигателя на поверхности деталей происходит отложение нагаров. Нагары — это загрязнения, состав которых зависит от состава воздуха, поступающего в двигатель, состава продуктов неполного сгорания и термического разложения топлива, масла вместе с продуктами окисления, износа материалов деталей, рабочей температуры, а также длительности и района эксплуатации двигателя.

По характеру отложений нагаров в газотурбинном двигателе выделяют три условные зоны. Первая воздушная зона — вход двигателя и компрессор, вторая газовая зона — камера сгорания, третья газовая зона — турбина и сопло. В первой зоне, поток воздуха оставляет отложения нагаров, состав которых зависит от состава воздуха в атмосфере (влажности, пыли, насыщенность солями), материала аэродромного покрытия, попадания масла, посторонних предметов органического и неорганического происхождения. Детали компрессора в первой зоне испытывают нагрев. Во второй зоне — камере сгорания происходит процесс сгорания топлива при самой высокой температуре. Состав нагара в этой зоне зависит от состава топлива, полноты его сгорания и от состава воздуха попавшего из первой зоны. В третьей зоне — турбине и сопле детали испытывают высокий нагрев. На поверхности деталей откладываются нагары в виде продуктов окисления и неполного сгорания топлива, продуктов окисления и износа материала деталей. Во второй и третьей зоне продукты неполного сгорания топлива — углеродистые отложения нагаров под воздействием

температуры, продуктов окисления и износа материала деталей, а также длительности действия этих факторов претерпевают химические превращения

Масла → Смолы → Асфальтены →
→ Карбены → Карбоиды [1].

Карбены, карбоиды составляют основную часть трудных для удаления нагаров и представляют собой продукты неполного сгорания, термического разложения топлива, масла в смеси с пылью, а также с продуктами окисления и износа материала деталей.

Во время ремонта двигателя необходимо выполнить очистку поверхности деталей от нагара. Это дает возможность провести дефектацию деталей. Нагары в виде углеродистых отложений удаляют методом:

- механической очистки (механическое разрушение нагаров);
- физической очистки (растворение нагаров);
- химической очистки (химическое разрушение нагаров);
- физико-химической очистки (растворение, эмульгирование и химическое разрушение нагаров) [2].

Механическая очистка для снятия нагара применяется в случаях, когда другие методы очистки не снимают полностью нагар и при этом возникает опасность повреждения поверхности детали.

Аэрозольный газодинамический (АГД) способ очистки относится к механическому методу очистки. АГД способ очистки поверхности основан на использовании кинетической энергии соударения мелкодисперсных аэрозольных частиц суспензии с обрабатываемой поверхностью. Суспензия — это коллоидная смесь мелкодисперсных (от 1 до 50 мкм) абразивных частиц минерального происхождения с водой. АГД поток образуется в результате механического дробления суспензии при её взаимодействии с высоко скоростной воздушной струей (более 400 м/с). Из-за большой разницы в скоростях эжекционной суспензии (2...3 м/с) и воздушной струи происходит "взрывное" дробление суспензии на отдельные частицы и одновременно их разгон на высокую скорость (300 м/с). Таким образом, кинетическая энергия, сообщенная абразивным частицам, расходуется на



удаление нагаров с поверхности. Превращение суспензии и сжатого воздуха в АГД поток происходит в специально запроектированной форсунке. АГД обработка поверхностей осуществляется путем относительного перемещения АГД потока и обрабатываемой поверхности [3].

Владельцем патентов на способ АГД очистки, рецептуру суспензии, конструкцию форсунки является НПП "Промдезактизация" (г. Киев). На ГП "Ивченко-Прогресс" совместно с НПП "Промдезактизация" разработаны и внедрены технологические процессы АГД очистки деталей из жаростойких и жаропрочных сплавов, титановых сплавов, конструкционных сталей, сданы в промышленную эксплуатацию две АГД установки (рис. 1).

Контроль качества выполнения АГД обработки проводится визуально. Появление светло-серого металла в зоне воздействия АГД потока на поверхность детали это признак удаления нагара и начало воздействия потока на металл детали. Исходя из этого, процесс АГД обработки поверхности можно разделить на два периода. В первом периоде происходит воздействие АГД потока на нагар и его удаление, во втором периоде АГД поток воздействует на металл и происходит его съём. Действие второго периода обработки на металл в технологическом процессе контролируют, измеряя размеры детали до начала очистки, и после её выполнения. Это позволяет разрабатывать технологические процессы очистки деталей с заданными газодинамическими параметрами АГД потока со съёмом металла в пределах 0...3 мкм. Газодинамическими параметрами АГД потока для использования в технологическом процессе являются:

- давление сжатого воздуха на входе в форсунку для обработки поверхности детали АГД потоком;
- объёмное соотношение абразивных частиц и воды в суспензии;

- угол наклона АГД потока к поверхности обрабатываемой детали;

- расстояние между соплом форсунки и обрабатываемой поверхностью детали во время обработки;

- расход суспензии.

Технологический процесс АГД очистки состоит из трёх последовательно выполняемых операций:

- обработка АГД потоком;

- промывка потоком воды;

- сушка нагретым потоком воздуха.

Шероховатость поверхности, обработанной АГД способом, зависит от шероховатости поверхности перед обработкой, размера и твёрдости абразивных частиц, газодинамических параметров обработки, длительности обработки. Высотный параметр шероховатости Ra обработанной поверхности изменяется в пределах 0,3...0,6 мкм. Обработка поверхности с большим значением параметра Ra приводит к "сглаживанию" поверхности и, как следствие, к уменьшению Ra до пределов 0,3...0,6 мкм.

АГД обработка удаляет с поверхности деталей нагары, продукты коррозии, окислы, масляные и окисные плёнки, следы режущего инструмента от ранее выполненной механической обработки, создаёт равномерную гомогенную поверхность (рис. 2 и 3). Детали с нагарами на поверхности (рис. 4) после АГД очистки имеют матовый светло-серый цвет (рис. 5). Степень очистки металлической поверхности после АГД очистки соответствует значениям Sa3 по ИСО 8501-1 [4]. Поэтому, операцию АГД очистки включают в разрабатываемые технологические процессы перед операциями сварки, наплавки, нанесения жаростойких покрытий и т. д.

Основные преимущества АГД очистки:

- высокая эффективность;

- удаляет различные загрязнения;

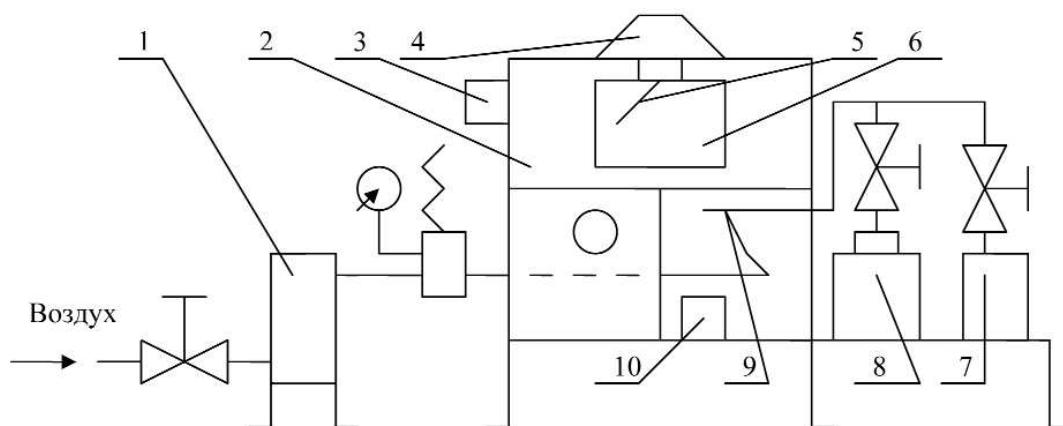


Рис. 1. Схема АГД установки:

1 — электронагреватель воздуха; 2 — рабочая камера; 3 — блок управления; 4 — светильник; 5 — стеклоочиститель; 6 — смотровое стекло; 7 — ёмкость с водой; 8 — миксер с суспензией; 9 — форсунка; 10 — деталь.

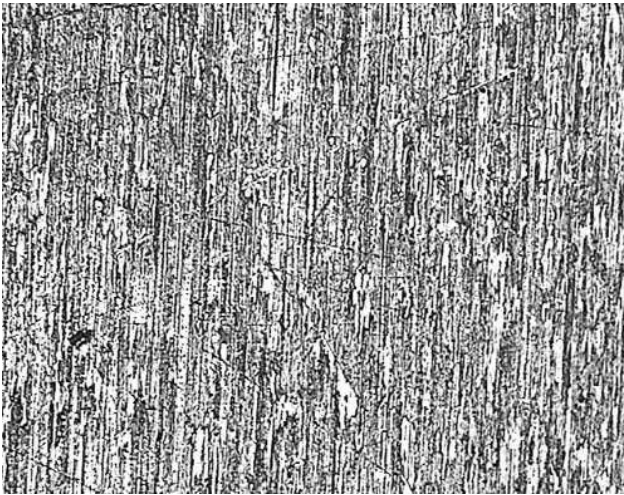


Рис. 2.

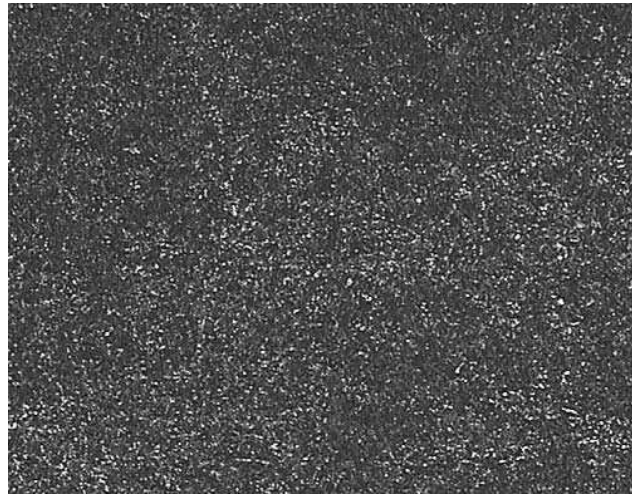


Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

- простое промышленное внедрение и эксплуатирование АГД установки;
- применение суспензии на основе распространенного экологического чистого минерального сырья;
- простая с низкой стоимостью утилизация отработанной суспензии.

Литература

1. *Справочник по текущему и среднему ремонту авиационной техники* / Александров В.Г., Выржиковский Б.В., Мещеряков А.М., Янковский Ф.Г. — М.: Воениздат, 1975. — С. 291–292.

2. *Очистка изделий в машиностроении* / Козлов Ю.С., Кузнецов О.К., Тельнов А.Ф. — М.: Машиностроение, 1982. — С. 5–12.

3. *Савченко В.И., Амирханов Д.Р.* Технологическая инструкция по обработке поверхностей деталей под нанесение защитных покрытий различных типов АГД потоками водных суспензий / ПП "Мікрохвильова техніка". — Киев, 2001. — С. 3.

4. *Коммерческое предложение № 14-04 на аэрозольные газодинамические (АГД) установки для очистки и финишной обработки поверхностей* / НПП "Промдезактивация". — Киев, 2004 — С. 11.