

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОЧИХ КОЛЕС ТУРБИН ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ (ГИДРОАГРЕГАТОВ) ЖРД, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ

Самикаев Р.И., Осипов Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Турбонасосный агрегат (ТНА) и турбонасосный гидроагрегат (ТНГА) являются одними из основных элементов жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). ТНА осуществляет подачу компонентов топлива в камеру сгорания. ТНГА обеспечивает гидросистему высоким давлением рабочей жидкости. Жёсткие условия работы и конструктивная сложность деталей ТНА, ТНГА предъявляют высокие требования к качеству их изготовления.

Высоконагруженные рабочие колёса турбин эксплуатируются при достаточно высоких температурах, поэтому изготавливаются из жаропрочных материалов с низким коэффициентом обрабатываемости резанием.

Обработку лопаток таких рабочих колес турбин трудоемко производить традиционными способами, из-за труднодоступности обрабатываемых поверхностей. По этой причине широкое распространение получил метод электроэрозионной обработки (ЭЭО) [1].

ЭЭО заключается в изменении формы, размеров, шероховатости и свойств поверхности заготовки под воздействием электрических разрядов в результате электрической эрозии. На рисунке 1 представлены станки для ЭЭО.



Рисунок 1 – Проволочно-вырезной и прошивочный станки ЭЭО с ЧПУ

Под воздействием высоких температур в зоне разряда происходит нагрев, расплавление и частичное испарение металла. Для получения высоких температур в зоне разряда необходима большая концентрация энергии. Для достижения этих целей используется генератор импульсов. Процесс ЭЭО (рисунок 2) происходит в рабочей жидкости, которая заполняет пространство между электродами; при этом один из электродов – заготовка, а другой – электрод-инструмент [2].

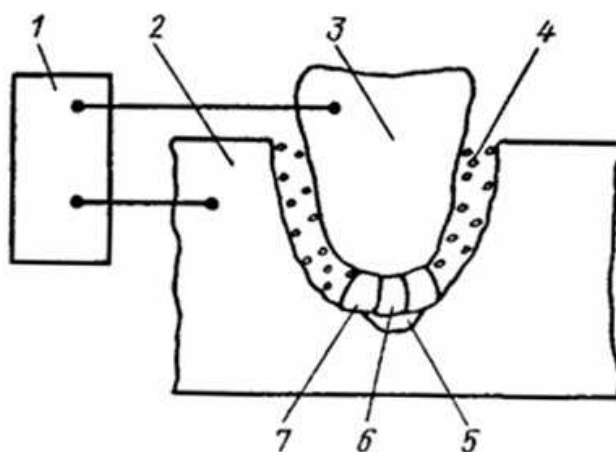


Рисунок 2 – Схема ЭЗО:

- 1 – генератор импульсов; 2 – заготовка; 3 – электрод-инструмент;
 4 – капли расплавленного металла; 5 – точка разряда; 6 – канал разряда;
 7 – продукты распада

Главным недостатком ЭЗО является появление дефектного слоя глубиной 10-30 мкм. Дефектный слой образуется в результате высокотемпературного воздействия и представляет материал с изменённой структурой, наличием трещин и остаточных напряжений [1].

Данный недостаток можно устранить с помощью ручной доводки, но это очень трудоемкий процесс, поэтому рассмотрим относительно новый способ финишной обработки сложных деталей – экструзионное хонингование.

Процесс экструзионного хонингования заключается в снятии слоя материала с поверхности обрабатываемой детали при перепрессовывании под давлением через нее рабочей среды, состоящей из упругого основания, наполненного твердыми абразивными зёрнами. При этом формируется направленный поток, на поверхности которого расположены абразивные зёрна. Поток обеспечивает взаимодействие микровыступов активных зёрен с неровностями поверхности обрабатываемой детали (рисунок 3) [3].

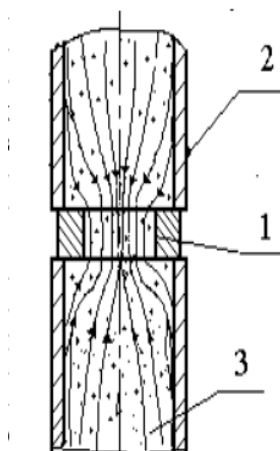


Рисунок 3 – Схема процесса экструзионного хонингования:
 1 – обрабатываемая деталь; 2 – цилиндр подачи рабочей среды;
 3 – рабочая среда

В настоящее время в нашей стране экструзионное хонингование применяется в производстве металлургической оснастки для финишной обработки формирующих отверстий пресс-матриц, форм, фильер и штампов. Для практической реализации данного метода применительно к рабочим колесам турбин ТНА, ТНГА необходимы установки для перепрессования рабочей среды определенного состава и ряд дополнительных устройств и приспособлений для закрепления деталей при обработке и формирования потока среды через деталь. Также, важной составляющей технологического процесса экструзионного хонингования является изготовление полимерной основы рабочей среды и ее равномерное наполнение абразивным зерном, а также очистка и промывка обработанной детали [3].

Кроме экструзионного хонингования удаление дефектного слоя на поверхностях рабочих колес турбин агрегатов представляется возможными следующими способами:

- электрохимической доводкой (способ финишной обработки электропроводящих материалов вследствие анодного растворения металла в электролите под действием электрического тока);

- струйно-абразивной обработкой (сущность данного способа заключается в воздействии высокоскоростной струи абразивно-жидкостной смеси на поверхность обрабатываемой заготовки);

- ультразвуковой алмазной обработкой (направленное разрушение материалов при помощи мельчайших зерен абразивного порошка, вводимых в виде суспензий в зазор между торцом инструмента и заготовкой, колеблющихся с ультразвуковой частотой).

Таким образом, экструзионное хонингование и другие перечисленные прогрессивные методы удаления дефектного слоя после ЭЭО могли бы стать надежными способами финишной обработки рабочих колес турбин ТНА, ТНГА, заменив все еще достаточно часто встречающуюся трудоёмкую ручную доводку. Это обеспечит высокое качество поверхностей деталей получаемых вышеописанными методами, увеличив надежность и эффективность ТНА, ТНГА и изделий ракетно-космической техники в целом.

Список литературы

1. *Мозгов, С. А. Улучшение качества поверхностей лопаток моноколес турбонасосных агрегатов жидкостных ракетных двигателей/ С. А. Мозгов, Д. В. Панов, Б. П. Саушкин // Вестн. Самарского гос. аэрокосмического ун-та. — 2013. — №4(42).*

2. *Немилов, Е. Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов/ Е.Ф. Немилов. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.— 164 с.—ISBN 5-217-00427-4.*

Левко, В. А. Абразивно-экструзионная обработка. Современный уровень, проблемы и направления развития/ В.А. Левко// Известия Томского политехн. ун-та. — 2006. — Т.309 №6. — С.125-129.