

УДК 621.98.043

Технологические проблемы и особенности изготовления лопаток турбин

Левченко Дмитрий Алексеевич^{1,2(*)}

dima160201lev@mail.ru

Рязанцев Александр Юрьевич^{1,2}

ryazantsev86@rambler.ru

SPIN-код: 7720-0320

¹ АО «Конструкторское бюро химавтоматики», Воронеж, Россия² Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

Аннотация. В работе представлена перспективная технология высокоточной обработки лопаток турбины жидкостного ракетного двигателя. Рассмотренный метод позволил изготавливать лопатки турбины с высокой точностью. Данный способ обеспечивает сократить трудовые и материальные затраты на подготовку производства при изготовлении лопаток турбины.

Ключевые слова: ракетно-космическая техника, жидкостный ракетный двигатель, лопатки турбины, качество поверхности, электрохимическая обработка

Введение. Традиционно в ракетно-космической промышленности лопатки турбины жидкостного ракетного двигателя изготавливают из высокопрочной нержавеющей стали, никелевых и титановых сплавов путем сварки, литья или штамповки. Но такие подходы зачастую не позволяют добиться необходимой формы и качества поверхности, из-за чего лопатки требуют дополнительной сложной и дорогостоящей механической обработки. Усовершенствование технологии получения окончательного профиля лопаток направлено на повышение надежности, долговечности и технологичности.

Методы и материалы; результаты. В современном машиностроении перспективным методом получения заготовок лопаток является изостатическое прессование [1]. Способ позволяет изготавливать заготовки сложной геометрической формы с тонкими кромками и малыми радиусами. Однако заготовка имеет отклонения геометрических размеров и некачественный поверхностных слой, поэтому требуется дополнительная обработка [2, 3]. На машиностроительном предприятии разработан способ для удаления избыточного металла при действии электрического тока в электролите. Заготовку лопатки 2 размещают между двумя инструментами — электродами 1. Инструменты и заготовку подключают к источнику постоянного тока. В течение всего процесса между поверхностями электрода выдерживают зазор h , через который прокачивают электролит 3. Электроды, повторяющие контуры лопатки, при подаче тока обеспечивают растворение металла заготовки.

В результате электрохимической обработки формируется профиль лопатки, который копирует профиль электродов, металл удаляется без контакта инструмента и заготовки. Рассмотренный метод обработки обеспечивает точность профиля пера лопатки 0,3–0,4 и чистоту поверхности 6–7 класс. Основ-

ным преимуществом рассмотренного способа обработки является высокая скорость съема металла без передачи тепловых или механических напряжений на заготовку.

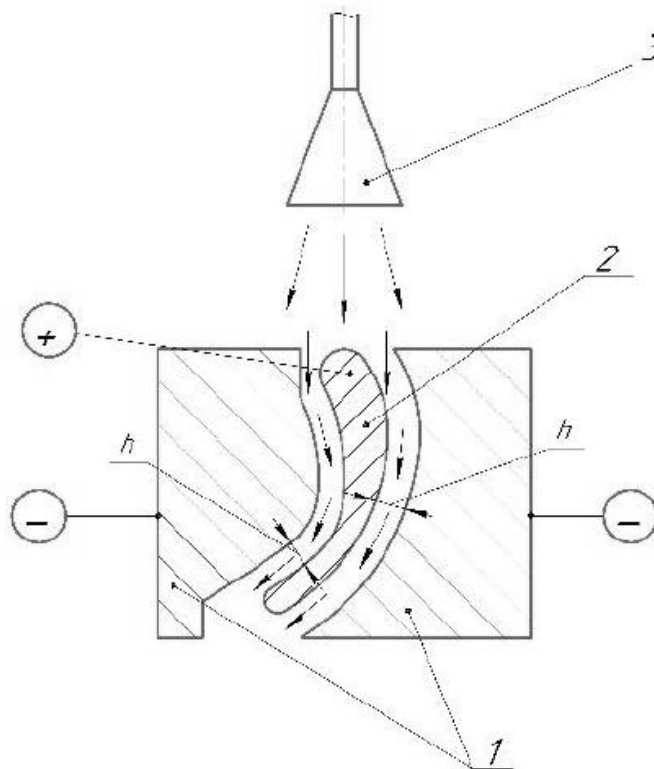


Схема электрохимической обработки:

1 — инструмент-электрод; 2 — заготовка; 3 — подача электролита

Заключение. Применение технологии лопаток турбины с использованием электрохимического метода позволило добиться повышения качества поверхностного слоя и производительности процесса получения окончательного профиля лопаток.

Список источников

- [1] Астрединов В.М., Бондаренко Т.В., Сапожников А.П. *Способ изготовления профильных дисков методом горячего изостатического прессования*. Патент № 2649188 С2 РФ, 2017, бюл. № 32.
- [2] Рязанцев А.Ю., Юхневич С.С., Подшибякина В.А., Устинов К.А., Ломакин И.В. Разработка специальной технологии и средств технологического оснащения для изготовления лопаток турбин турбонасосного агрегата электрохимическим способом. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2025, № 8, с. 49–56.
- [3] *Комбинированный метод обработки повысил качество лопаток для турбин ракетных двигателей (Пресс-служба РНФ)*. URL: <https://escf.ru/news/release/kombinirovannyi-metod-obrabotki-povysil-kachestvo-lopatok-dlya-turbin-raketnykh-dvigatelay/>?ysclid=mhafwwcwt3334408286 (дата обращения 14.11.2025).