

УДК 621.7

## Применение многоэлектродной обработки при производстве жидкостных ракетных двигателей

Рязанцев Александр Юрьевич<sup>1, 2(\*)</sup>

ryazantsev86@rambler.ru

SPIN-код: 7720-0320

Юхневич Сергей Степанович<sup>1, 2</sup>

serge1975@yandex.ru

SPIN-код: 8358-4535

<sup>1</sup> Акционерное общество «Конструкторское бюро химавтоматики», Воронеж, Россия<sup>2</sup> Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

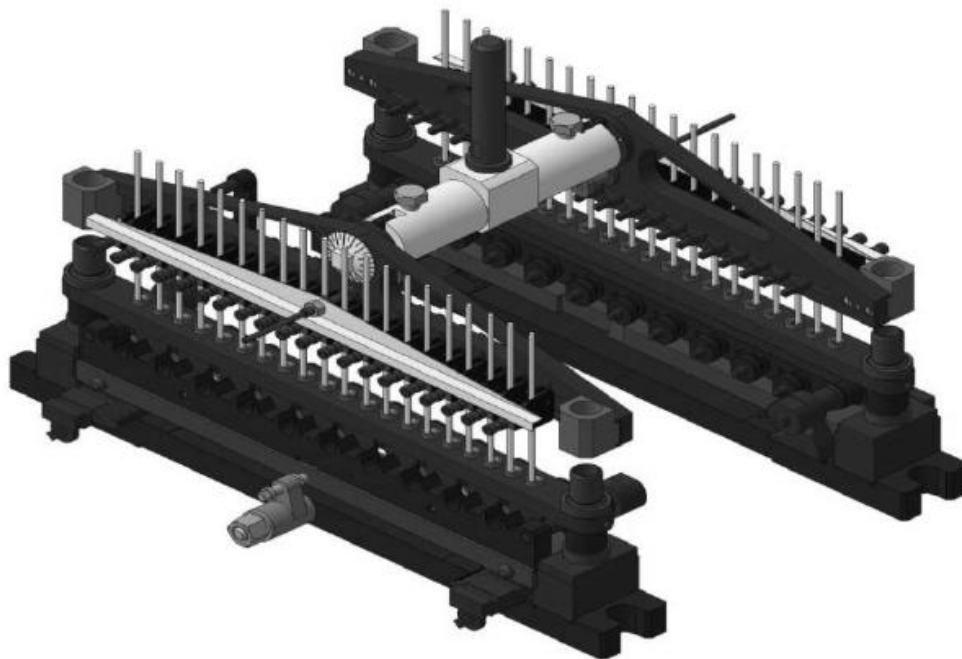
**Аннотация.** Рассмотрен процесс электроэрозионной обработки, используемый при изготовлении деталей жидкостных ракетных двигателей. Показаны преимущества и недостатки электрофизических методов обработки заготовок из труднообрабатываемых материалов. Раскрыта специфика применения инструмента и технологической оснастки для многопозиционного изготовления деталей с применением электроэрозионного метода. Представлена конструкция приспособления для получения отверстий высокой точности в заготовках из сложно обрабатываемых материалов.

**Ключевые слова:** двигатель, деталь, электроэрозионная обработка, аэрокосмическая отрасль, технология машиностроение

**Введение.** В настоящее время производство аэрокосмической отрасли характеризуется большой номенклатурой и сложностью производимых изделий, в то же время требования к изготовлению деталей и сборочных единиц ужесточается. На первый план выходят такие показатели, как гибкость, оперативное переналаживание производства для получения экспериментальных изделий ракетно-космической техники. В этих условиях представляют интерес высокотехнологичные способы электрофизической размерной обработки, с возможностью быстрого перехода на обработку изделий различных конструкций и типоразмеров [1, 2].

**Методы и материалы; результаты.** Анализ методов обработки заготовок из труднообрабатываемых материалов показал, что в современной науке и технике существует потребность в создании технологии многоэлектродной обработки изделий из труднообрабатываемых материалов. Одним из наиболее эффективных направлений совершенствования технологий, является проектирование специальных средств технологического оснащения [3]. При этом должны учитываться целевые параметры производства (производительность, ресурс, серийность), особенности технологического процесса и оборудования, а также экономические факторы и требования к безопасности.

С целью реализации технологии многоэлектродной электроэрозионной обработки на машиностроительном предприятии разработано и внедрено в производство специальное приспособление для получения отверстий в заготовках из труднообрабатываемых материалов (см. рисунок).



Общий вид приспособления для электроэрозионной обработки

Основным преимуществом представленной оснастки является, то что все электроды работают под одним потенциалом и имеют общий доступ к источнику питания, что позволяет обрабатывать большую площадь поверхности или несколько элементов за один проход.

**Заключение.** Обработка электрофизическими методами дает возможность выполнять необходимые технологические требования к детали, не нарушает химический состав обрабатываемых материалов, что позволяет увеличить коррозионную стойкость материалов, улучшить механические свойства и увеличить ресурс работы. Использование специальных многоместных приспособлений, обеспечивает гибкость производственных процессов при изготовлении опытных изделий. Полученные результаты позволяют использовать электроэрозионную размерную обработку для изготовления изделий авиации, космонавтики и других отраслей промышленности из сплавов трудно поддающихся механической обработке.

#### Список источников в

- [1] Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации. Москва, Министерство экономического развития РФ, 2019, 117 с.
- [2] Аметистов Е.В., Дмитриев А.С. Нанозенергетика. Потенциальные возможности и перспективы. Энергоэксперт, 2008, № 2 (7), с. 86–92.
- [3] Ferric C., Selly E., Adityawarman D., Indarto A. Application of nanotechnologies in the energy sector: A brief and short review. *Frontiers in Energy*, 2013, vol. 7, pp. 6–18. <https://doi.org/10.1007/s11708-012-0219-5>

- 
- [4] Ильин С.Ю., Лучинин В.В. Биointерфейс. Конформная наноэнергетика. Москва, ИНФРА-М, 2023, 398 с.
  - [5] Штерн М.Ю., Шерченков А.А., Штерн Ю.И., Рогачев М.С., Бабич А.В. Термоэлектрические свойства и термическая стабильность наноструктурированных термоэлектрических материалов на основе PbTe, GeTe и SiGe. Российские нанотехнологии, 2021, т. 16, № 3, с. 399–408. <https://doi.org/10.1134/S1992722321030171>
  - [6] Pennelli G. Review of nanostructured devices for thermoelectric applications. Beilstein Jurn. Nanotechnol., 2014, no. 5, pp. 1268–1284. <https://doi.org/10.3762/bjnano.5.141>