

УДК 621.9

Экспериментальное исследование криогенного воздействия на фокусирующую трубку при гидроабразивной обработке деталей летательных аппаратов

Галиновский Андрей Леонидович

galcomputer@mail.ru

Круглов Павел Владимирович

kpv17@bmstu.ru

Самсонов Кирилл Сергеевич

sams1@bk.ru

Медведь Виктория Сергеевна

mvbarny@yandex.ru

Изотов Никита Анатольевич^(*)

niqmaster@yandex.ru

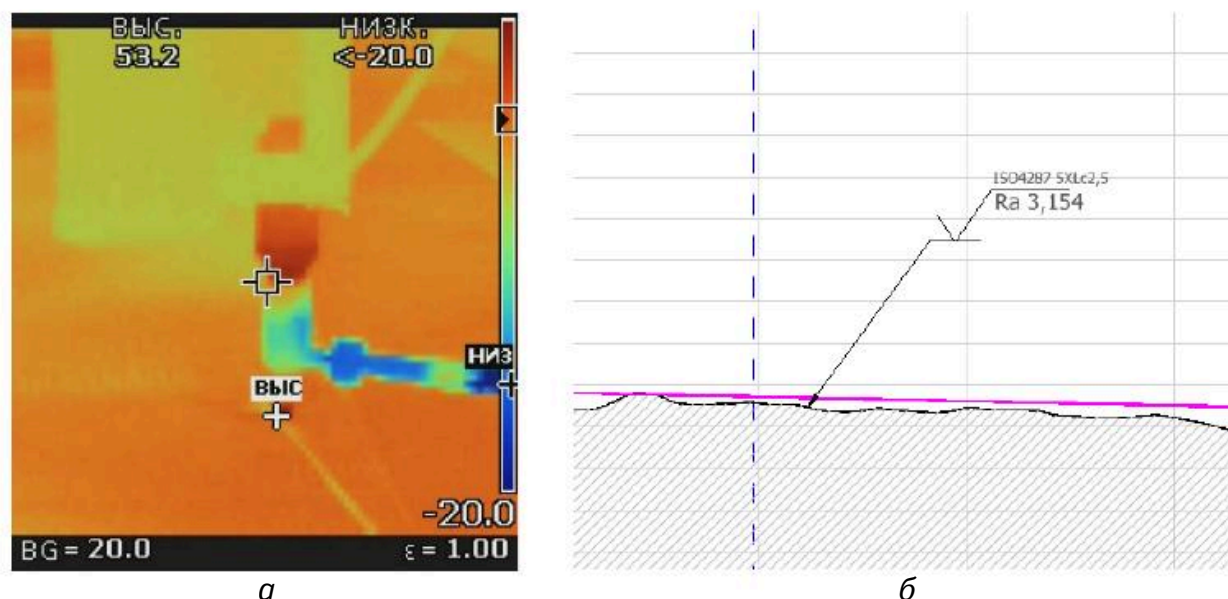
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Организован и проведен эксперимент по криогенному охлаждению фокусирующей трубки гидроабразивного станка. Получена тепловая картина работы неохлажденной и охлажденной фокусирующей трубки. Измерены и сравнены параметры шероховатостей обработанных заготовок при нормальной и криогенной температуре. Сформулированы рекомендации по серийному внедрению и применению технологии криогенного охлаждения при гидроабразивной обработке.

Ключевые слова: ультразвуковые технологии, фокусирующая трубка, жидкий азот, тепловизор, контурограф

Введение. Гидроабразивная обработка широко применяется при изготовлении деталей летательных аппаратов, в основном, при раскрое заготовок. Исследование повышения эффективности гидроабразивного резания и, в частности, снижение износа фокусирующих трубок, является актуальной задачей. Цель исследования состоит в том, чтобы установить факт снижения эрозивной нагрузки на фокусирующую трубку после криогенного охлаждения.

Материалы и методы; результаты. В ходе проведения эксперимента фокусирующая трубка гидроабразивного станка была криогенно охлаждена жидким азотом с помощью специального двухконтурного спирального теплообменника [1]. В процессе резания заготовки были записаны показания тепловизора Fluke Ti95 (рис. а) до и после крио-охлаждения. Результаты позволяют зафиксировать снижение температурной нагрузки снаружи фокусирующей трубки на 20–30 °С, что по сути является показателем эффективности теплообменника. По аналогии с лезвийным режущим инструментом, снижение температуры (в том числе криогенное) в зоне активного резания или эрозии положительно влияет на стойкость и производительность инструмента [2]. Также это может быть полезно при обработке термочувствительных заготовок, таких как медицинские или взрывчатые вещества [3]. Применение данного метода позволит более эффективно получать отверстия для патрубков днищ корпусов летательных аппаратов [4, 5]. Дополнительно зоны обработки заготовок летательных аппаратов были измерены и проанализированы с помощью контурографа OPTACOM VC-10UL (рис. б).



Изображения, полученные с помощью тепловизора (а) и контурографа (б)

Заключение. Зафиксировано снижение температурной нагрузки снаружи фокусирующей трубки на 20–30 °С. Выявлено, что охлаждение должно производиться при включенной гидроабразивной струе, для предотвращения блокирования внутреннего канала фокусирующей трубки продуктами заморозки. Для улучшения теплопередачи между фокусирующей трубкой и теплообменником рекомендуется использовать термопасту. Установлено, что качество получаемых поверхностей (шероховатости) до и после криогенного охлаждения не изменилось.

Список источников

- [1] Круглов П.В., Изотов Н.А., Виноградова И.К. Использование SLM-печати при изготовлении криогенного теплообменника для охлаждения фокусирующей трубки установки гидроабразивной резки. *Научно-технологические исследования в машиностроении. XV Междунар. науч.-техн. конф.: матер.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 36–37.
- [2] Chinnasamy M., Rathanasamy R., Kumar S. Palaniappan Effectiveness of cryogenic treatment on cutting tool inserts: a review. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 2022, vol. 108, art. no. 105946.
- [3] Singh N.P., Srinivasu D.S., Babu N.R. Thermal Analysis of Abrasive Waterjet Machining Process. *Proceedings of 10th International Conference on Precision, Meso and Nano Engineering*. India, 2017, pp. 31–34.
- [4] Круглов П.В., Ханин В.В. Оценка технологических возможностей сварки патрубков в днища изделий ракетно-космической техники фрикционной сваркой. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2012, № 7, с. 67–71.
- [5] Круглов П.В., Понарин А.Г. Особенности изготовления днищ баков и корпусов ракетно-космической техники с помощью сварки трением с перемешиванием. *Аэрокосмический научный журнал*, 2015, № 2, с. 1–14.