

УДК 621.9

Анализ вибраций в процессе охлаждения фокусирующей трубки при гидроабразивном резании металлов

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

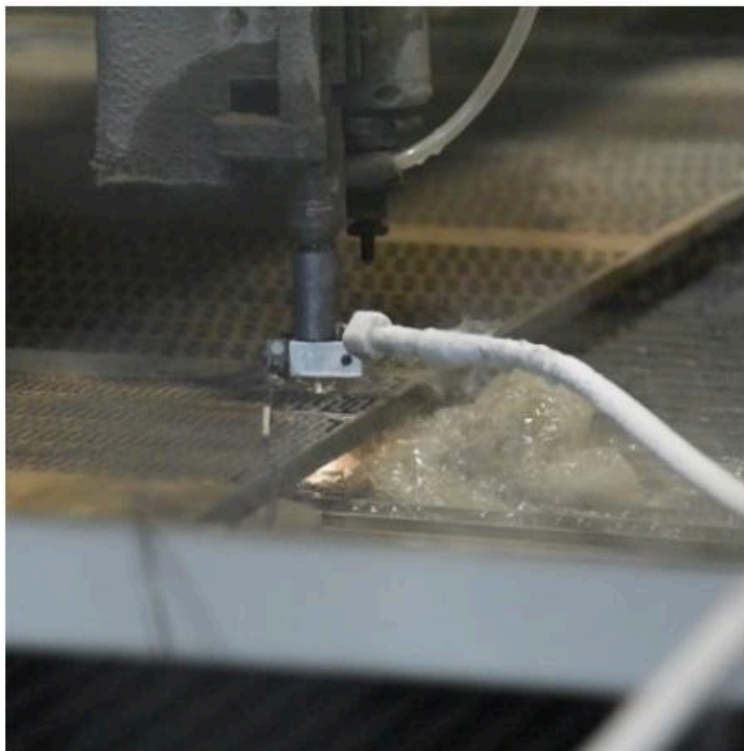
Аннотация. Рассмотрена проблема эрозионного износа струеформирующих элементов гидроабразивного станка при резании металлов и выявлен новый способ повышения стойкости гидроинструмента. Подготовлен эксперимент по криогенному охлаждению фокусирующей трубки. Проведена ультразвуковая обработка титановой детали с одновременным криоохлаждением и записью показаний трехкомпонентного акселерометра. Получена и проанализирована вибрационная картина работы охлажденной и неохлажденной фокусирующей при обработке заготовки из титанового сплава. Проведен сравнительный анализ работы охлажденной и неохлажденной фокусирующей трубки.

Ключевые слова: ультразвуковые технологии, фокусирующая трубка, жидкий азот, спектральная плотность мощности, эрозия

Введение. Точка смешивания ультразвуки и абразивных частиц — фокусирующая трубка подвержена агрессивному эрозионному износу. Современная экономика диктует необходимость повышения срока эксплуатации расходных элементов [1], что особенно актуально для обработки современных материалов, применяющихся в конструкциях ракетно-космической техники [2]. Исследования вибрационной картины является достаточно распространенным методом при мониторинге состояний фокусирующей трубки [3].

Материалы и методы; результаты. Метод исследования состоит в сравнении вибрационного состояния работы неохлажденной и охлажденной фокусирующей трубки. Снижение уровня спектральной плотности мощности среднеквадратического значения виброускорения косвенно свидетельствует об образовании ледяного слоя на внутреннем канале фокусирующей трубки и выполнении им защитных функций. Для этих целей был спроектирован и изготовлен двухконтурный спиральный теплообменник [4]. Данные вибрационных процессов, полученные с вибропреобразователя при проведении эксперимента (рисунок), обработаны в пакете WinPos Expert. Выявлено, что при прокачке жидкого азота с давлением 0,5 атм. происходит снижение уровня спектральной плотности мощности по оси X на 85,8 %, по оси Y на 97,6 %, по оси Z на 29,9 %. При увеличении давления в системе прокачки хладагента до 1 атм. наблюдается существенный рост уровня спектральной плотности

мощности, что может свидетельствовать о нестабильном режиме работы. Рост уровня колебаний обусловлен тем, что при давлении 1 атм. скорость намерзания ледяного слоя внутри фокусирующей трубки превышает скорость истирания этого слоя. При давлении 0,5 атм. система «намерзание — истирание» динамически уравновешена.



Гидроабразивная обработка титановой заготовки
в режиме криогенного охлаждения

Заключение. Зафиксированное снижение уровня спектральной плотности мощности среднеквадратического значения виброускорения свидетельствует об эффективности крио-защиты. Диапазон давления воздуха в системе подачи хладагента должен находиться в области около 0,5 атм. Дальнейшее направление исследований заключается в формулировании методических рекомендаций по проектированию промышленного образца теплообменника для непрерывного криогенного охлаждения в автоматическом режиме.

Список источников

- [1] Круглов П.В., Изотов Н.А., Королёв С.Е., Сова А.П. Анализ эффективности использования ледяной фракции в качестве абразива для ультраструйного резания металлических и композиционных материалов. *XLVIII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, т. 3, с. 24–26.

-
- [2] Романенков В.А., Круглов П.В., Швецов Г.П. Определение механических характеристик сублимирующего теплозащитного покрытия для ракетно-космической техники. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2017, № 10, с. 1–16. <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2017-10-1687>
 - [3] Copertaro E., Perotti F., Annoni M. Operational vibration of a waterjet focuser as means for monitoring its wear progression. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 2021, vol. 116, pp. 1937–1949. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07534-0>
 - [4] Круглов П.В., Изотов Н.А., Виноградова И.К. Использование SLM-печати при изготовлении криогенного теплообменника для охлаждения фокусирующей трубки установки гидроабразивной резки. *Наукоемкие технологии в машиностроении. XV Междунар. науч.-техн. конф.: матер.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, с. 36–37.