

В процессе реализации проекта разработаны, изготовлены и применены:

- Блок подготовки топливного газа и система топливопитания с применением регулирующих клапанов МР-75;
- Шумотеплоизолирующий контейнер с системой выкатки двигателя;
- Углепластиковая лемниската для выравнивания поля скоростей на входе в компрессор двигателя;
- Система электрозапуска двигателя НК-16-1СТ;
- Компактная система вентиляции контейнера на базе осевых вентиляторов.

Впервые проведена транспортировка турбогенератора ТС-20-2УХ железнодорожным транспортом в сборе, что позволило серьезно сократить сроки монтажа на площадке.

Подготовка эксплуатационных кадров проводилась при участии специалистов СГАУ.

Реализация проекта строительства газотурбинной электростанции в г. Уральске и вывод на полную мощность ожидается к началу отопительного сезона 2011 г.. Этот проект является приоритетный не только для Западно - Казахстанской области, но и для всего Казахстана.

УДК 621.9.047

## **АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ТОНКИХ МИКРОРЕЛЬЕФОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГТД ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Нехорошев М.В., Проничев Н.Д.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### **ANALYSIS OF FORMING THIN MICRORELIEF ON THE SURFACE PARTS GTE ELECTROCHEMICAL METHODS**

*Nekhoroshev M.V., Pronichev N.D. In this work we consider the process of shaping thin microrelief electrochemical method. Suggested that computer simulations of this process, which eliminates the marriage on the stage of technological preparation of production.*

Исследования проводились в соответствии с требованиями по размерам форме и качеству поверхности канавок на деталях торцевых бесконтактных уплотнений (ТБКУ), которые находят применение в опорах турбомашин. Основной проблемой при изготовлении ТБКУ является формирование газодинамической канавки, глубина которой должна составлять 4...8 мкм, ширина 5 мм. В настоящее время для получения канавок используются различные методы (лазерная обработка, травление, электроэрозионная обработка и др.). В данной работе рассмотрен альтернативный метод получения канавки – электрохимическое формообразование. Этот метод расширяет технологические возможности создания таких конструкций, но имеет и недостатки. Для формирования профиля в работе анализируются

схемы обработки с неподвижным катодом инструментом. При такой схеме корректировка формы рабочей поверхности инструмента не дает положительных результатов, так как из-за постоянного возрастания межэлектродного зазора условия обработки по времени изменяются. В этом случае используют диэлектрические покрытия (см. рис. 1).

Для большинства операций ЭХО неподвижными электродами погрешность по глубине не является определяющей. Поэтому целесообразно наносить изоляцию на заготовку. В данном случае нужно добиться требуемой глубины порядка нескольких микрометров. Покрытия наносят на заготовку с помощью масок или фотолитографии. После ЭХО покрытия удаляют шлифовани-

ем, полированием или химическим травлением.

Для анализа процесса электрохимического формообразования было применено компьютерное моделирование, так как оно является одним из эффективных методов изучения сложных систем, а адекватность компьютерных моделей является гарантией получения достоверных результатов.

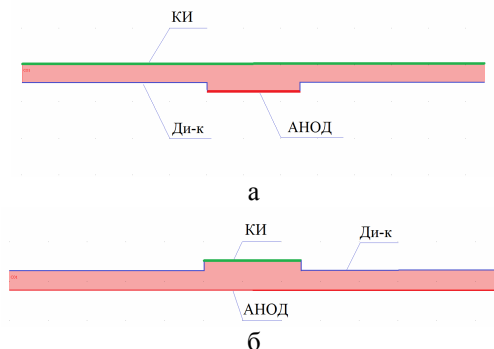


Рис. 1. Математическая модель ЭХО канавки: а – первая схема; б – вторая схема

Также информационные модели позволяют выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемого объекта-оригинала, в частности исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения её параметров и начальных условий. В качестве модели была рассмотрена система, состоящая из катода-инструмента, анода-заготовки, диэлектрика и потока электролита в межэлектродном промежутке.

Для моделирования процесса формообразования тонких рельефов использовался программный комплекс COMSOL MULTIPHYSICS, который позволяет получить достоверные результаты в условиях снятия малых припусков. Моделирование производилось в несколько этапов и на каждом из них менялось значение параметров толщины диэлектрика ( $L$ ) и начального межэлектродного зазора ( $A_z$ ).

В результате проведенных исследований были получены следующие картины распределения плотности токов (см. рис. 2).

По результатам моделирования были сделаны следующие выводы:

- Ø для двух схем обработки, было выявлено то, что с ростом  $A_z$  и  $L$  увеличивается время обработки;
- Ø форма профиля канавки при первой схеме обработки формировалась с прямыми краями и неравномерной

глубиной, имеющей наибольшее значение по краям профиля;

- Ø форма профиля канавки при второй схеме получилась с размытыми краями (образование радиусов), вызванное растравливанием поверхности заготовки.

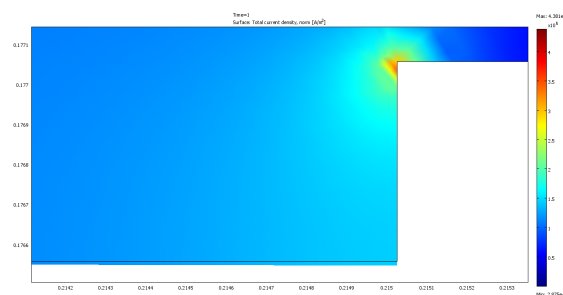
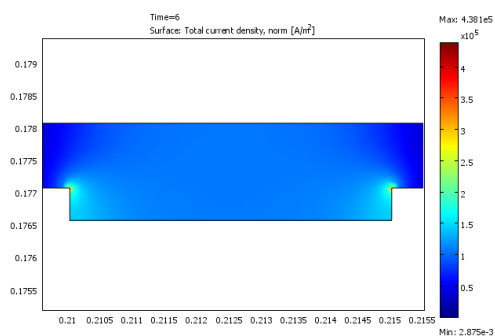


Рис. 2. Распределение плотности тока после третьей итерации для первой схемы

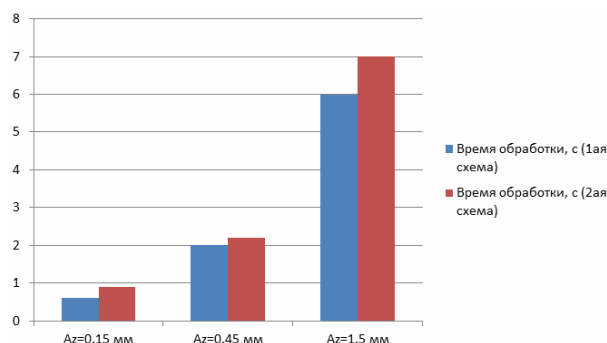


Рис. 3. Зависимость времени обработки от величины  $A_z$

Как видно из графика (см. рис. 3), имеет место явное преимущество первой схемы обработки, при реализации которой происходит наложение трафарета на заготовку, так как на каждом этапе время обработки меньше, чем при обработке по второй схеме. Выбирая оптимальный режим при первой схеме обработки может быть достигнуто наименьшее время обработки при минимальном значении  $A_z$ .