

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛА  
НА ПОЛИМЕРНЫЙ ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТ  
МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ COMSOL MULTIPHYSICS**

© 2016 Н.Е. Дюльдина, М.В. Нехорошев, Н.Д. Проничев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

**STUDY OF THE GALVANIC DEPOSITION PROCESS OF METAL ON THE POLYMERIC ELECTRODE-  
TOOL BY THE FINITE ELEMENT MODEL SIMULATION USING COMSOL MULTIPHYSICS**

Duldina N.E., Nekhoroshev M.V., Pronichev N.D. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*In this paper we have proposed a study of the process of galvanic electrodeposition of metal on a plastic model in the manufacture of electrode - tool in the COMSOL multiphysics system. This study will allow the scheme to study the process of electrodeposition, to carry out the selection of electrolyte and the determination of modes.*

В современном машиностроении при изготовлении авиационных деталей возникают трудности, связанные с обработкой высокоточных сложнопрофильных деталей, например, при обработке лопаток компрессора или турбины. На производстве помимо механических методов обработки существуют электрохимические (ЭХО) и электрофизические методы обработки.

В свою очередь при использовании ЭХО возникает проблема, связанная с изготовлением сложнопрофильных электродов-инструментов (ЭИ).

В результате проведённого литературного обзора выяснилось, что имеется возможность применения ЭИ, полученного методом гальванического электроосаждения на пластмассовую мастер-модель, изготовленную на 3D-принтере.

Гальваническое электроосаждение является одним из точных технологических методов нанесения токопроводящих покрытий на модель (изделие, на которое осаждается металл). Из литературы известно, что применение данного метода наиболее эффективно как с экономической, так и с технологической стороны, так как обладает следующими преимуществами: низкая стоимость оборудования, возможность многоразового применения моделей.

Применение современных систем автоматизированного проектирования, а именно использование пакета COMSOL Multiphysics, даёт возможность моделирования операции электроосаждения для обработки технологических режимов процесса.

Целью данной работы является исследование процесса электроосаждения металла на пластмассовую модель при изготовлении ЭИ в среде системы COMSOL Multiphysics.

Моделирование гальванического процесса осаждения металла в данной программе является малозатратным методом, позволяющим изучить, оптимизировать и контролировать процесс электроосаждения. Помимо этого, COMSOL Multiphysics позволяет произвести отработку схемы процесса электроосаждения, осуществить выбор электролита и подбор режимов на данную операцию.

Методом конечных элементов при использовании пакета COMSOL Multiphysics можно проводить моделирование электрического тока в электролите, наблюдать распределение потенциалов и направления токов, но для получения точных результатов необходимо задать начальные и граничные условия, учитывающие кинетику протекающих реакций.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- Изучить способы металлизации полимерных материалов, в том числе
  - выбрать состав электролита с учётом требований производительности, точности и качества обработанной поверхности,
  - изучить влияние электродной поляризации, электропроводности электролита.
1. Смоделировать процесс нанесения токопроводящего слоя на полимерный электрод – инструмент с помощью COMSOL Multiphysics.

2. Исследовать следующие величины и процессы:
  - балансы токов в электролитах и электродах,
  - толщину и состав осаждаемого слоя,
  - кинетику протекающих реакций.
3. Провести анализ полученных характеристик: напряжение в осадке; твёрдость; удельное электрическое сопротивление; качество поверхности и шероховатость; толщина осажденного слоя; балансы токов в электролитах и электродах; кинетика протекающих реакций.
4. Провести физический эксперимент с целью проверки адекватности модели. Таким образом, моделирование процесса гальванического осаждения при изготовлении сложнопрофильного ЭИ, является эффективным методом. Он позволяет произвести доводку конструкции ЭИ для ЭХО различных деталей, в том числе и для обработки профиля лопаток компрессора ГТД.

УДК 621.941.08

## **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА АНИЗОТРОПИЮ УПРУГИХ СВОЙСТВ ПЕРЕДНЕЙ ОПОРЫ ШПИНДЕЛЬНОГО УЗЛА ТОКАРНОГО СТАНКА**

©2016 А.Ф. Денисенко, М.В. Якимов

Самарский государственный технический университет

### **INFLUENCE OF TEMPERATURE FACTOR ON ELASTIC ANISOTROPY OF FRONT SUPPORT SPINDLE UNIT ON LATHE MACHINE**

Denisenko A.F., Yakimov M.V. (Samara State Technical University, Samara, Russian Federation)

*The article discuss the relationship between persistence stiffness of bearing spindle assembly on lathe machine in different directions and its thermal deformation. It has been established experimentally that when the machine is warming the contact mating surfaces in the bearings of the spindle assembly will improve. Has been maintained the anisotropy of the rigidity but it has clearly oriented character.*

Производство авиационных двигателей и внедрение прогрессивных технологий невозможно без использования современных металлообрабатывающих станков. От совершенства станочного оборудования напрямую зависит качество изготавливаемой продукции. Шпиндельный узел металлорежущего станка оказывает значительное влияние на формирование погрешностей обработки. Он подвержен действию эксплуатационных нагрузок и различных процессов, что со временем приводит к снижению заданных параметров точности. Шпиндельный узел, как правило, представляет собой двухопорный вал. Опорами узла являются, в большинстве случаев, подшипники качения различных типов.

Одной из характеристик шпиндельного узла, оказывающих наибольшее влияние на его динамические показатели, является жёсткость. Именно жёсткость, а точнее, её постоянство как по величине, так и по направ-

лению, во многом определяет стабильность выходных параметров не только шпиндельного узла, но и станка в целом.

В тоже время стоит отметить, что жёсткость тесно связана с другими критериями работоспособности станка, в частности, тепловыми деформациями. Вследствие нагрева элементов и узлов оборудования, происходят тепловые деформации и изменение жёсткости стыков и посадок. Шпиндельный узел, а точнее, его опоры являются существенным источником тепловой энергии. Существуют различные способы компенсации температурных деформаций, например, в патенте [1] упругие тепловые деформаций подшипников шпинделей минимизируются за счёт силового воздействия на сопряжения наружных колец подшипников и поверхности отверстия корпуса. Стоит отметить, что температура может влиять как отрицательно, так и положительно на общий баланс жёсткости в упругой системе станка. В данной работе рас-