

## ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ DRYLYTE

О. С. ЖУРАВЛЕВ <sup>1</sup>, И. М. СМИРНОВА <sup>2</sup>

<sup>1</sup>olegzhuravlev1996@mail.ru, <sup>2</sup>irina-smirnova-1997@bk.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

**Аннотация.** В статье представлены методы финишной обработки перед нанесением покрытия, а так же их недостатки. Решением данных проблем является новая технология сухого электрополирования деталей DryLyte. Смоделирован процесс обработки детали лопатка в программном комплексе Comsol multiphysics.

**Ключевые слова:** финишная обработка; DryLyte; Comsol multiphysics; моделирование; цеолиты; modeling; finishing.

### ВВЕДЕНИЕ

Высокая эксплуатационная надежность деталей ГТД связана с использованием высокоэффективных методов их обработки, особенно на финишных операциях. Именно финишные операции, при прочих равных условиях, формируют свойства материала поверхностного слоя деталей.

Финишная обработка изделий необходима для улучшения внешнего вида деталей и придания им более высоких потребительских качеств. Полировка придает изделиям красивый декоративный блеск, а также используется при подготовке поверхности для нанесения покрытий. В промышленности широко применяются электрохимическая, механическая и химическая полировки.

Рассматриваемые технологии финишной обработки поверхностей, имеют ряд недостатков, ограничивающих их применение. Химические методы не обеспечивают равномерность обработки, характеризуются сложностью подбора реагентов, низкой экологичностью процесса. Абразивный и гидроабразивный методы не обеспечивают необходимого качества поверхностного слоя, особенно для деталей, работающих в условиях знакопеременных нагрузок [1]. Электрохимические методы, такие как электрохимическое и электролитно-плазменное полирование (ЭПП), являясь наиболее перспективными методами, в ряде случаев, не позволяют качественно полировать поверхности деталей, особенно поверхности сложной формы, в результате обработка поверхности детали происходит неравномерно. Так же есть место и растрыву поверхности, что сильно сказывается на эксплуатационных свойствах детали, точность входной и выходной кромки лопатки падает, а в ряде случаев на деталях ГТД “вскрывается” припой между лопатками и дисками.

Перед нанесением покрытия шероховатость поверхности детали должна составлять от  $\nabla 8$  ( $Ra=0,4$  мкм) класса чистоты поверхности до  $\nabla 9$  ( $Ra=0,2$  мкм). После механических обработок деталь приходит с классом чистоты поверхности, равным  $\nabla 7$  ( $Ra=0,8$  мкм).

Обозначение классов чистоты поверхности по ГОСТ 2789-59		$\nabla 1$	$\nabla 2$	$\nabla 3$	$\nabla 4$	$\nabla 5$	$\nabla 6$	$\nabla 7$	$\nabla 8$	$\nabla 9$	$\nabla 10$	$\nabla 11$	$\nabla 12$	$\nabla 13$	$\nabla 14$
Обозначение шероховатости поверхности по ГОСТ 2789-73	Rz-Rmax мкм	Rz250	Rz160	Rz80	Rz40	Rz20								Rz0,1	Rz0,05
	Ra наибольшее значение	80	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08	0,04	0,02	0,01
	Ra предпочтит. значение	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,012	

Рис. 1. Обозначение шероховатости поверхности

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА DRYLYTE

Проблему по повышению класса шероховатости решает технология под названием “DryLyte”. DryLyte — это технология сухого электрохимического шлифования и полирования металлических изделий с помощью переноса ионов металла посредством свободных твердых тел (цеолитов). Отличительной особенностью и уникальностью DryLyte является то, что жидкости не используются в качестве электролитов. Также, в отличие от традиционного способа полирования, обработка по технологии DryLyte сохраняет исходные формы изделия, включая углы и режущие кромки, происходит процесс объемного шлифования и полирования, при котором обрабатывается вся поверхность детали, какую бы сложную геометрию она ни имела [2].

Однако, реализация данной технологии осложняется сложной формой деталей типа лопаток ГТД, из-за вероятности возникновения дефектов (в частности из-за хаотичного характера взаимодействия поверхности детали со свободными гранулами). Для уменьшения неконтролируемого хаотичного движения и реализации равномерно обработанной лопатки необходимо подобрать оптимальную траекторию движения оснастки и режимы обработки (об/мин) на установке. Подбор данных параметров является сложной задачей, требующей большого числа опытов при их эмпирической реализации, и как следствие, значительных временных и материальных затрат. В этой связи, использование же методов численного моделирования на основе существующих математических моделей позволит сократить издержки по разработке технологии электрохимической полировки деталей с использованием гранул цеолита.

Задача состоит в том, что бы создать подходящие условия, в которых находится лопатка в процессе обработки. Процесс моделирования осуществляется в программе Comsol multiphysics, версии 5.5.

Моделирование осуществляется в двумерном пространстве. Характеристики среды, в которой обрабатывается деталь: плотность среды=2370 kg/m<sup>3</sup>; динамическая вязкость=0,07 Pa·S.

Опытный образец – лопатка направляющая 1 степени (сечение А1-А1).

Режимы обработки разбиты на три ступени: 5, 25 и 50 об/мин.

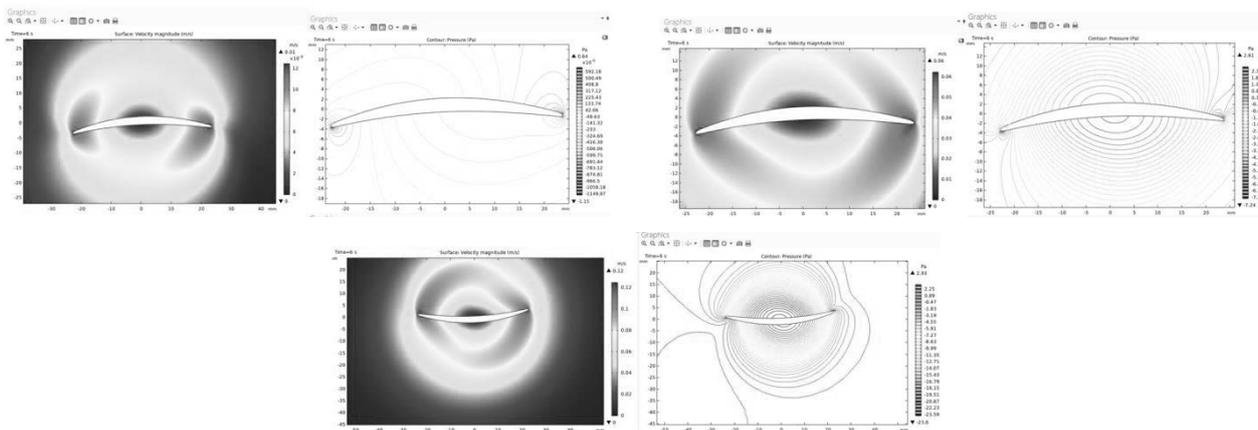


Рис. 2. Графики скорости и плотности при 5, 25 и 50 об/мин

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье представлен процесс моделирования деталей по технологии DryLyte в двумерном пространстве.

Исходя из полученных графиков, можно сделать вывод о влиянии количества оборотов на качество обработки. При максимальных оборотах (50 об/мин) кромки будут подвержены больше обработке, чем поверхности находящиеся ближе к центру.

Предложен процесс моделирования процесса, при котором можно заранее подбирать подходящее количество оборотов в минуту на оборудовании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов, И. С. Электролитно-плазменная обработка материалов / И. С. Куликов, С. В. Ващенко, А. Я. Каменев. – Минск :Беларус. навука, 2010. – 232 с. – ISBN 978-985-08-1215-5.
2. <https://additiv-tech.ru/publications/suhoe-elektrohimicheskoe-polirovanie-dlya-obrabotki-izdeliy-posle-3d-pechati.html>

## ОБ АВТОРАХ

**ЖУРАВЛЕВ Олег Сергеевич**, магистрант 2-го курса ИАТМ, КТО-250М.

**СМИРНОВА Ирина Михайловна**, магистрант 2-го курса ИАТМ, КТО-250М.

## METADATA

**Title:** Part surface treatment before coating using DryLyte technology.

**Authors:** O. S. Zhuravlev <sup>1</sup>, I. M. Smirnova <sup>2</sup>

**Affiliation:** Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup>olegzhuravlev1996@mail.ru, <sup>2</sup>irina-smirnova-1997@bk.ru.

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 2 (25), pp. 36-38, 2021. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** The paper presents finishing methods before coating, as well as their disadvantages. The solution to these problems is a new technology for dry electropolation of DryLyte parts. Simulated process of blade part processing in Comsol multiphysics software complex.

**Key words:** finishing; DryLyte; Comsol multiphysics; modelling; zeolites; modeling; finishing.

**About authors:**

**ZHURAVLEV, Oleg Sergeevich**, graduate student of the 2nd year of IATM, KTO-250M.

**SMIRNOVA, Irina Mikhailovna**, graduate student of the 2nd year of IATM, KTO-250M.