

УДК 621.923.7

МЕХАНИЗМ САМООРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТА В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОГО ПОЛИРОВАНИЯ

Ю.В. СИНЬКЕВИЧ

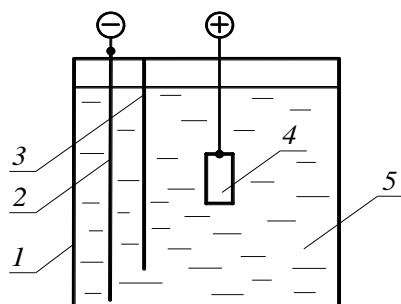
*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь*

Предложен механизм самоорганизации движения потоков в электролите в условиях электроимпульсного полирования. Показано, что основными потоками, оказывающими наибольшее влияние на структуру и динамику парогазовой оболочки, являются восходящий, обратный и торцевой потоки.

При электроимпульсном полировании скорость и направление движения гидродинамических потоков в электролите оказывают значительное влияние на устойчивость, структуру и толщину парогазовой оболочки, которые, в свою очередь, оказывают влияние на качество поверхности, точность и производительность обработки. Выявление основных закономерностей и математическое моделирование гидродинамических потоков в электролите будут способствовать установлению механизмов электрической проводимости парогазовой оболочки и съема металла с обрабатываемой поверхности, а также позволят расширить область практического применения традиционной технологии электроимпульсного полирования и разработать новые технологии, в частности, методом прокачки электролита и с использованием свободных и затопленных струй.

Экспериментальное исследование самоорганизованных гидродинамических потоков в электролите проводилось в стеклянной кубической электролитической ячейке размером 400х400х400 мм (рисунок 1) при электроимпульсном полировании образцов в 6%-ном водном растворе сульфата аммония при температуре раствора 75–80 °С и напряжении обработки 300±5 В. Образец 4 из стали 12Х18Н10Т в виде плоской пластины размером 40х30х4 мм, цилиндра Ø5х40 мм или шара Ø15 мм располагался в электролите 5 на вертикальной оси ячейки 1 на расстоянии 100 мм от зеркала электролита. Плоский катод 2 располагался вертикально вдоль одной из стенок ячейки. Для снижения возможного влияния потоков, вызванных движением ионов раствора в электрическом поле, на общую кар-

тину гидродинамических потоков в электролите катод отделялся от общего объема электролита сплошной диэлектрической перегородкой 3, установленной вертикально на расстоянии 10 мм от дна ячейки. Для визуализации потоков в электролите в раствор вводилась мелкодисперсная диэлектрическая химически нейтральная присадка, обладавшая плавучестью.



1 – корпус ячейки; 2 – катод; 3 – диэлектрическая перегородка;
4 – образец; 5 – электролит

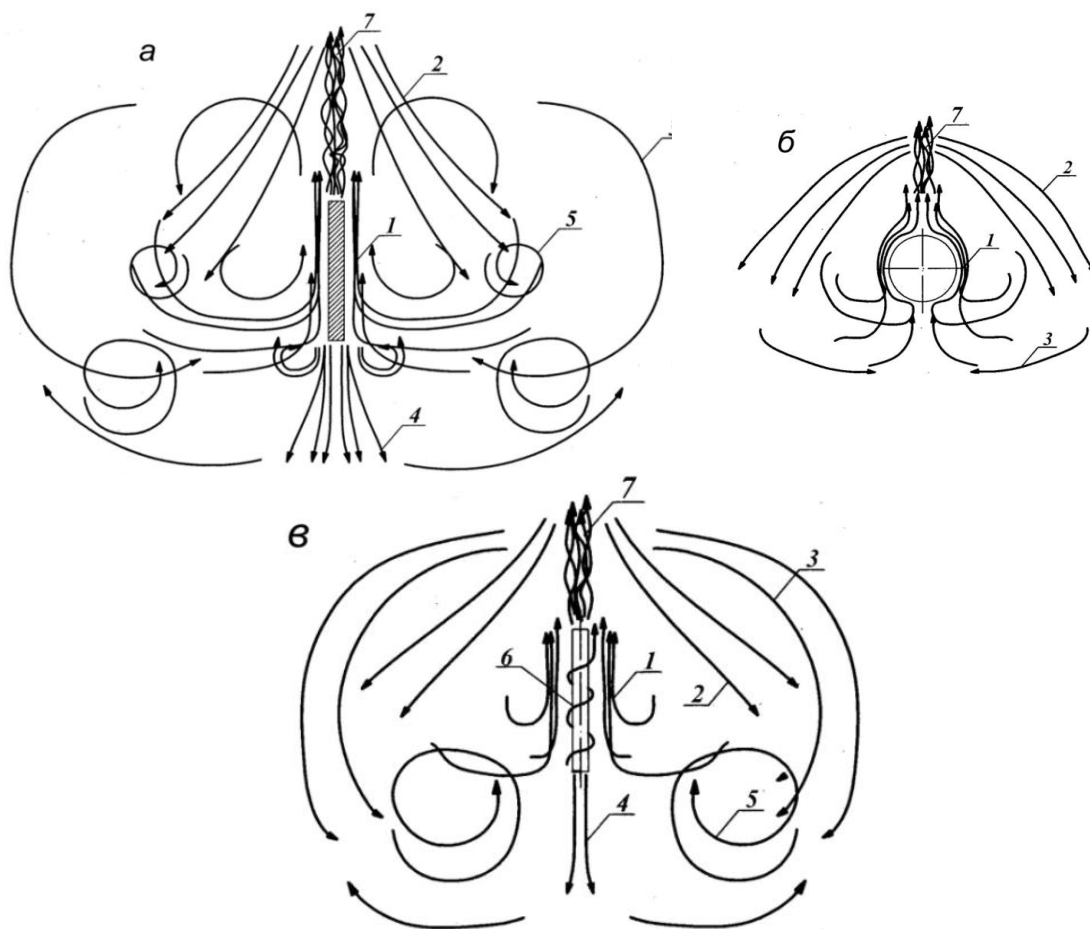
Рисунок 1. – Схема электролитической ячейки

Визуальное наблюдение за потоками осуществлялось через верхнюю и боковые поверхности электролитической ячейки. Общая картина движения потоков фиксировалась цифровой видеокамерой DCR-НС 42Е (SONY, Япония) после выхода системы «электролит–парогазовая оболочка–образец» в квазистационарное состояние, при котором гидродинамические потоки в электролите приобретали установившееся движение.

Визуальные наблюдения за движением электролита в процессе обработки и анализ видеосъемки показали, что при электроимпульсном полировании плоского, цилиндрического и сферического образцов наблюдаются подобные гидродинамические потоки и завихрения, схема которых представлена на рисунке 2.

Водяной пар и газы в парогазовой оболочке, перемещаясь вверх вдоль обрабатываемой поверхности, за счет сил трения увлекают за собой электролит в приграничной с парогазовой оболочкой области, организуя восходящий поток 1. Его организации и поддержанию в незначительной степени также способствует конвективное движение электролита. Сталкиваясь с зеркалом электролита, восходящий поток отражается от него под некоторым углом, образуя обратный поток 2, которому придается ускорение движению вследствие выхода пара и газа в атмосферу и схлопывания пузырьков пара и газа в приповерхностном слое электролита. Часть обратного потока под действием сил трения выделяется в расходящийся круго-

вой поток 3. Пульсация парогазовой оболочки в области нижнего торца образца и кавитационное схлопывание пузырьков пара и газа способствуют возникновению и ускорению движения торцевого потока 4. При полировании сферического образца торцевой поток визуально не наблюдался. Круговой поток 3, постепенно теряя энергию, сталкивается с замедляющимся обратным 2 и торцевым 4 потоками и образует завихрения – вихревой поток 5.



Наименование потока: 1 – восходящий; 2 – обратный; 3 – круговой; 4 – торцевой; 5 – вихревой; 6 – спиралевидный; 7 – турбулентный
Рисунок 2. – Схема самоорганизованных гидродинамических потоков в электролите при электроимпульсном полировании плоского (а), сферического (б) и цилиндрического (в) образцов

Спиралевидный поток 6 возникал только в случае, когда продольная ось цилиндрического образца была отклонена от вертикали. Очевидно, что причины возникновения спиралевидного потока 6 аналогичны причинам возникновения восходящего потока 1. Турбулентный поток 7 образуется вследствие интенсивного выхода водяного пара и газов из парогазовой

оболочки в атмосферу. Скорость движения водяного пара и газов определяют скорость движения турбулентного потока 7.

Анализ видеосъемки показал, что основными потоками, оказывающими наибольшее влияние на структуру и динамику парогазовой оболочки, являются восходящий, обратный и торцевой потоки. Остальные потоки являются результатом слияния или разветвления основных потоков.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «НПО «ЦЕНТР
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной
научно-технической конференции,
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей
и 15-летию научно-технологического парка
Полоцкого государственного университета
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)



ИннТехМаш

Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:

Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются [титulyные листы презентаций докладов](#) участников конференции.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008**ISBN 978-985-531-691-7**

© Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуровой*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 23.04.2020.
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>