

струменя електроліту із оброблюваною поверхнею можна судити про умови течії струменя та про характер явищ електролітно-плазмового полірування. При вимірюванні світлового потоку в струмені рідини з використанням сопел різного поперечного перерізу використовували аналогово-цифровий перетворювач m-DAQ, фоторезисторний місток, побудований на ФСД-1, еспанзомат AQUAPRESS AFC24SBA, джерело лазерного випромінювання BGP-3010 (532nm, 100mW), детурбулізатор, імітаційну установку, реалізовану за принципом подібності, що дозволило проводити зняття картин розподілу випромінювання при виділенні рідини з сопел з великим діаметром на зрізі (близько 2 мм). Величина світлового випромінювання фіксувалася за допомогою фоторезистора ФСД-1, а картина розподілу випромінювання – матрицею фотоапарата Canon PowerShot A110. Дані знімалися в автоматичному режимі АЦП mDAQ [3].

При подачі рідини до кільцевого сопла можливо вибрати один з шести варіантів підводу рідини, змінюючи число Рейнольдса, і, відповідно, режим течії рідини, та інтенсивність обробки, її якість.

Отримано закономірності розподілу потоку по поверхні натікання, встановлено та уточнено зони максимально ефективного полірування.

Таким чином, розроблений стенд дозволяє здійснити візуалізацію та провести дослідження особливостей виникнення електролітно-плазмового розряду в процесі полірування.

Список використаних джерел

1. Синькевич Ю. В. [и др.]. *Электроимпульсное полирование на основе железа, хрома и никеля* / – Минск: БНТУ, 2014. – 325 с. – ISBN 978-985-550-516-2.
2. Бирич, В.В. *Повышение интенсивности процесса электро-импульсного полирования ультразвуковыми колебаниями* / В.В. Бирич, Ю.В. Синькевич, А.В. Бирич // Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки: тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 10–11 апреля 2013 г. / БНТУ; редкол.: В.К. Шелег (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – С. 15–16.
3. Хорошуля М. В., Блощин М.С., Головки Л.Ф. *Струминні течії електроліту при електролітно-плазмовому поліруванні силової оптики лазерних систем* // XXIII міжнародна науково-технічна конференція “Гідроаеромеханіка в інженерній практиці”, Київ, 2017.

УДК 621.875

Блощин М.С., к.т.н., доцент., **Салій С.С.**, аспірант, **Тищенко Є.Ю.**, студент, **Трапезніков О.П.**, студент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ШАРУ ПРИ ЕЛЕКТРОЛІТНО-ПЛАЗМОВОМУ ПОЛІРУВАННІ

***Анотація.** За результатами експериментальних досліджень електролітно-плазмового процесу полірування спостерігався контрольований діелектричний плазмовий шар. Розроблено макет для перевірки особливостей роботи для визначення його робочих характеристик та візуального спостереження появи діелектричного шару, визначення його розмірів та параметрів. Застосування ультразвукових коливань призводить до зменшення його товщини, що дозволяє використовувати менші напруги для створення електролітно-плазмового розряду під час комбінованого полірування. Комбінація імпульсної подачі напруги з оптимальним складом електроліту дає максимальний результат. Проведене дослідження електролітно-плазмового розряду для обробки заданих поверхонь показало його працездатність та можливість застосування наприклад для полірування дзеркал лазерних систем.*

Виконано огляд і аналіз процесів при високовольтному електричному розряді в рідині. За результатами експериментальних досліджень електричних характеристик розряду у водному електроліті при підвищеному гідростатичному тиску і мінімальній напрузі, що забезпечує запалювання розряду, отримала подальший розвиток бульбашкова модель стадії формування його високовольтного пробою.

Ключові слова: полірування, електроліт, розряд, електролітно-плазмовий.

Явище відноситься до електрофізичних і електрохімічних методів обробки матеріалів і використовується в процесах електролітно-плазмового полірування металевих виробів, а також для попередньої підготовки поверхонь перед нанесенням покриттів.

При виробництві різних виробів побутового та технічного призначення є велика номенклатура виробів, виготовлених з різних металів та їх сплавів (оптичні елементи лазерних систем, освітлювальної апаратури, вироби автомобільної, авіаційної промисловості), поверхню яких полірують в якості фінішної обробки або перед нанесенням спеціальних покриттів. Використання високопродуктивної електролітно-плазмової технології в анодному електрогідродинамічному режимі при поліруванні виробів з металу чи напівпровідника представляє значні труднощі, оскільки не розроблені ефективні електроліти на основі водних розчинів солей, що не містять кислот і придатні для промислового застосування.

Розвиток електрогідролічних технологій в другій половині двадцятого століття викликало підвищений інтерес до вивчення характеристик імпульсного електричного розряду в рідині у всьому світі. При високовольтному підводному електровибуху, що реалізується розрядом конденсатору на водний проміжок [1], виділяють три основні стадії: 1) стадія формування плазмового каналу, що замикає міжелектродний проміжок; 2) канална стадія, що характеризується різким зростанням розрядного струму і швидким виділенням електричної енергії в каналі високої провідності, що замикає протилежні електроди; 3) післярозрядна стадія - пульсація парогазової порожнини після закінчення виділення електричної енергії в розрядному каналі.

В значній мірі канална і післярозрядна стадії, а, отже, ефективність виділення енергії в каналі і посилення впливу на об'єкт залежать від параметрів стадії формування. При проходженні струму через ванну на катоді безперервно утворюються бульбашки газу, які мають різну форму і розміри. На розміри бульбашки позначаються молекулярні властивості електролітів і матеріал електродів, електричне поле діелектричного шару і температура розчинів. Утворені на катоді бульбашки і перемички між ними з електроліту створюють шар, який надалі умовно називається бульбашковим. З цього шару відбувається безперервне видалення бульбашок, причому за короткий час на їх місці виникають нові бульбашки. Відірвавшись від електроду бульбашки мають майже однакові розміри, якщо умови досліду не змінюються, тому можна вважати, що товщина шару відповідає висоті бульбашок. При такій структурі шару струм може проходити тільки через перемички між бульбашками, так як газ в бульбашках має незначну електропровідність. Електричний опір бульбашкового шару визначається в основному площею безпосереднього зіткнення електроду з електролітом. Проведене осцилографування струму, визначення ступеню падіння напруги на електродах і розрахунок опору кола показують, що ці величини залишаються постійними і не залежать від часу існування плазмового процесу [2].

Коли густина струму на катоді мала, то газ від поверхні металу відводиться дифузійно і тому площа дотику електроду з електролітом максимальна, тобто вона дорівнює всій площі електроду. При підвищенні напруги на електродах ванни виділення газу збільшується і поверхня катоду практично повністю покривається бульбашками. При поліруванні виробів електролітно-плазмовим методом при напрузі 250 - 350 В поблизу поверхні виробу, що є анодом, протікають різні фізичні й електрохімічні процеси, що включають нагрів електроліту до 80-90 °С, утворення парогазової оболонки поблизу поверхні виробу, розрядні явища в оболонці, протікання електрохімічних реакцій. Досягнення ефекту полірування можливо при забезпеченні необхідних електрохімічних умов і режимів протікання фізико-хімічних процесів на оброблюваній поверхні. Ефект полірування можемо бачити тільки при наявності рівності швидкостей окислення і травлення оксиду, що утворюється. Характер і кінетика хімічних процесів залежать від складу оброблюваного металу і електроліту.

В процесі експериментального дослідження електролітно-плазмових процесів в прозорій ємності стенду електролітно-плазмового полірування з спеціальними насадками з різними за геометрією та розмірами соплами, які забезпечують формування потоку електроліту у зону контакту, формуючи при цьому задану площу контакту для виникаючого розряду.

Склад електроліту при комбінованій обробці змінює коефіцієнт поверхневого натягу рідини, що призводить до утворення дуже дрібних газових пухирців і посилює взаємодію електроліту з оброблюваною поверхнею, таким чином сприяючи підвищенню якості процесу полірування елементів дзеркал лазерної оптики.

Стенд побудовано на базі джерела електричної напруги з можливістю зміни параметрів розряду та вимірювального обладнання для фіксації тиску на стенді та витрати електроліту. Візуалізація електричного розряду відбувається за допомогою високошвидкісної фотокамери.

За результатами експериментальних досліджень електричних характеристик розряду у водному електроліті при підвищеному гідростатичному тиску і заданій напрузі, що забезпечує підтримання розряду при формуванні його високовольтного пробою. Запропоновано опис стадій формування плазмового каналу в рідкому електроліті. Подальший розвиток методики розрахунку характеристик електричного розряду в рідині на основі описаної моделі може визначити шляхи підвищення ефективності роботи електророзрядних пристроїв.

Список використаних джерел

1. Синькевич Ю. В. [и др.]. *Электроимпульсное полирование на основе железа, хрома и никеля* / – Минск: БНТУ, 2014. – 325 с. – ISBN 978-985-550-516-2.
2. Бирич, В.В. *Повышение интенсивности процесса электро-импульсного полирования ультразвуковыми колебаниями* / В.В. Бирич, Ю.В. Синькевич, А.В. Бирич // Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки: тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 10–11 апреля 2013 г. / БНТУ; редкол.: В.К. Шелег (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – С. 15–16.
3. Хорошуня М. В., Блощинин М.С., Головкин Л.Ф. *Струминні течії електроліту при електролітно-плазмовому поліруванні силової оптики лазерних систем* // XXIII міжнародна науково-технічна конференція “Гідроаеромеханіка в інженерній практиці”, Київ, 2017.

УДК 532-528

Серебряков В. В. к.ф.-м.н, ст.н.с.

Інститут Гідромеханіки НАНУ, м. Київ, Україна

ЛИНЕЙНЫЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ГЛИССИРУЮЩИХ ТЕЛ С РАЗВИТОЙ КАВИТАЦИЕЙ

Аннотация

В настоящей проблеме расчета динамики суперкавитирующих тел являются исключительно актуальным. Количество публикаций по разработке методов расчета движения тел с развитой кавитацией в США, Китае, России, Южной Корее, Иране и других странах давно перевалило за сотню и неуклонно растет: [1-3] включая большое количество публикаций других авторов из различных стран.

В данной работе предпринимается попытка анализа возможностей максимального упрощения модели с целью разработки достаточно простых методов расчета движения суперкавитирующего тела для целей предварительной оценки происходящих физических процессов и параметров обтекания.

Ключевые слова: гидродинамика, глиссирование, свободные границы, кавитация, каверна

Динамика глиссирующего тела в каверне определяется на основе возможности расчета четыре основных процессов: