



Рис. 5 – Фазово-частотна характеристика композитного зразка а – схема вібронавантаження; б – графічне представлення ФЧХ для $T_s = 0,0026$ (суцільна лінія), $T_s = 0$ (штрихова лінія), $T_s = 0,01$ (штрихпунктирна лінія)

Обґрунтовано варіаційно-енергетичний підхід у розрахунках і проектуванні конструкцій машин для лісотехнічних робіт із урахуванням структурних особливостей.

Встановлено енергетичний базис у теоретичних та емпіричних підходах до визначення критерію довготривалої успішної експлуатації земляних гребель.

Сформувані наукові засади інтегрованого енергозабезпечення робочих процесів машин і обладнання лісового господарства з відновних джерел.

Подані розв'язки різноманітних класів задач для окреслених об'єктів досліджень свідчать про універсальність енергетичного підходу.

Список використаних джерел

1. Яхно, О. М. Ексергійний аналіз та метод варіаційних нерівностей в деяких задачах гідромеханіки / О. М. Яхно, О. С. Мачуга // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. «Машинобудування». – 2016. - №3(78). – С. 19 – 25.
2. Седов, Л. И. Види енергии и их трансформации / Л. И. Седов // Прикладная математика и механика. – 1981. – Вып. 6, т. 45. – С. 964 – 984.
3. Мачуга, О. С. Енергетичний підхід до розв'язування проблем неідеалізованої механічної взаємодії мобільних машин із оточуючим середовищем / О. С. Мачуга, О. М. Яхно // XXIII Міжнародна науково – технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» Київ, 19 – 22 червня 2018 р.: матеріали конференції. – Київ: 2018. – С. 28 – 32.

УДК 621.875

Головко Л.Ф., д.т.н., проф., Блощин М.С., к.т.н., доцент., Салій С.С., аспірант, Тонкошкурій А.В., студент, Трапезніков О.П., студент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ЯВИЩЕ ЕЛЕКТРОЛІТНО-ПЛАЗМОВОГО РОЗРЯДУ ПРИ ПОЛІРУВАННІ СТРУМИННИМИ ТЕЧІЯМИ ЕЛЕКТРОЛІТУ

Анотація. За результатами експериментальних досліджень електролітно-плазмового розряду при поліруванні у створеному макеті спостерігався контрольований плазмовий шар електроліту. Розроблено макет для перевірки особливостей роботи для визначення його робочих характеристик та візуального спостереження появи електролітно-плазмового розряду, визначення його розмірів та параметрів. Застосування ультразвукових коливань призводить до зменшення товщини плазмового шару, 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.

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.

Застосування плазмово-електролітного методу в анодному електрогідродинамічному режимі при поліруванні виробів із сталей, міді та мідних сплавів дає хороші результати для фінішного полірування або попередньої підготовки поверхонь під гальванічні або інші покриття (хромування, нікелювання, покриття золотом, іонноплазмове напилення нітридом титану і т.д.).

Якість гальванічних покриттів, що наносяться на металеву поверхню (в тому числі і на латуні різного складу), залежить від стану поверхні, що покривається. При цьому різні забруднення і окисні плівки перешкоджають якісному зчепленню гальванічного покриття з підкладкою, а шорсткість підкладки передається покриттю і зберігається на ньому до значної товщини. Нанесення гальванічних покриття на вироби складної форми, що виготовляються шляхом механічної обробки, пов'язане з їх ручної зачисткою з метою зняття задилок, згладжуванням шорсткостей, поліруванням, відмиванням і активуванням поверхні [1-2].

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.

Проведені дослідження показали етапи виникнення комбінованого електролітно-плазмового розряду у зоні контакту електроліту з поверхнею обробки.

З метою визначення умов формування потоку кільцевими соплами розроблено спеціальний пристрій, що використовує низько потужний лазер. За плямою у зоні контакту

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 // Перспективне 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.