

**Херсонський національний технічний університет**  
Факультет інформаційних технологій та дизайну  
Кафедра «Інформатики і комп'ютерних наук»  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Спеціальність 153 «Мікро- та наносистемна техніка»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Зав.секцією** доц. Новіков В.О.  
\_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

### **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Тарасюку Максиму Олеговичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Вивчення використання УЗ хвиль для очищення оксидних плівок»  
керівник роботи Новіков Олександр Олександрович, доктор хімічних наук, професор

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи 28 листопада 2020р.

3. Вихідні дані до роботи умови взаємодії ультразвукової хвилі з матеріалом, характер розташування випромінювачів УЗ в ванні

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проаналізувати різні методи очищення від окисних плівок електронних компонентів та вибрати найбільш придатну.

2. Моделювання процесу кавітації під дією УЗ.

3. Проаналізувати рівномірність УЗ поля в ванні.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Розташування ультразвукових перетворювачів; схема модульного ультразвукового генератора; залежність нерівномірності розподілу кавітаційного тиску по площі ванн від співвідношення відстані до низу до довжини хвилі; залежність нерівномірності розподілу кавітаційного тиску по площі ванн від співвідношення відстані до низу до довжини хвилі по глибині

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1 Аналіз об'єкту дослідження	Новіков О.О., проф.		
Розділ 2 Аналіз предмету дослідження	Новіков О.О., проф.		
Розділ 3 Експериментальний аналіз об'єкта дослідження	Новіков О.О., проф.		
Розділ 4 Охорона праці	Кузнецов С.І., доцент		
Нормоконтроль	Новіков В.О., доцент		

7. Дата видачі завдання      вересня 2020

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Робота з літературою. Робота у бібліотеці та обробка електронних джерел інформації	4 тижні	
2	Аналіз різних методів очищення поверхні виробів	1 тиждень	
3	Аналіз роботи УЗ апарату	2 тижні	
4	<u>Розробка схеми модульного ультразвукового генератора.</u>	4 тижні	
5	Моделювання розповсюдження УЗ хвилі	3 тижні	
6	Створення макету ванни для очищення виробів	1 тиждень	
7	Обробка результатів	3 дні	
8	Написання висновків по роботі	1 тиждень	
9	Написання розділу охорони праці	1 тиждень	
10	Передзахист роботи	28 листопада 2020р.	

Студент \_\_\_\_\_ М.О. Тарасюк \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ О.О.Новіков \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	8
1.1. Можливості ультразвукової активації	8
1.2. Фізичні основи ультразвукової технології	9
1.3. Установки ультразвукового пайки	16
1.4. Автоматизовані лінії ультразвукового очищення	28
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	31
2.1. Об'єкт дослідження	31
2.2. Ультразвукова ванна	33
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	36
3.1. Видалення оксидних плівок і інтенсифікація процесу змочування	36
3.2. Проблеми очищення електронно-оптичних виробів	40
3.3. Моделювання ультразвукового тиску в ваннах очищення	42
3.4. Дослідження рівномірності ультразвуку поля в ваннах	49
ВИСНОВКИ	56
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1. Загальна характеристика робочого місця на підприємстві, в організаціях чи установах	58
4.2. небезпечні і шкідливі виробничі фактори	58
4.3. Дія ультразвуку на організм людини	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64

## ВСТУП

**Актуальність** без флюсової пайки в електроніці обумовлена низкою причин: збільшення температури пайки для без свинцевим припоєм ускладнює видалення залишків смоло вміщуючи флюсів.

Традиційні методи очищення хлорованими фторвуглеців і вуглеводневими розчинниками з огляду на їх екологічної небезпеки заборонені або суворо обмежені.

Застосування водозмиваючих флюсів вимагає водних процесів очищення, що в результаті забруднює ресурси питної води.

Перехід на без свинцеві припої і застосування технології "чистої" пайки з екологічних міркувань приводить до проблеми вибору активуючого впливу (методу пайки) при формуванні контактних з'єднань в рідкій фазі. Оскільки залишки флюсу після пайки зберігають певний рівень корозійної активності, їх необхідно видалити, щоб гарантувати необхідну надійність і термін служби виробів [1,2].

Альтернативною технікою пайки, що замінює хімічну активність флюсу для видалення оксидів, є ультразвукова (УЗ). УЗ-енергія викликає в рідкому припої кавітацію, яка видаляє оксидний шар на поверхні основного металу. УЗ-активація успішно виконує функцію видалення оксиду флюсом, але вона не може захистити очищену поверхню до пайки, а також змінити поверхневий натяг розплавленого припою, щоб збільшити його розтікання і капілярний проникнення [3]. Локальне введення УЗ-коливань в обмежену зону розплаву припою дозволяє значно підвищити їх інтенсивність навіть при невеликій потужності, споживаної від джерела, зменшити окислення припою у ванні, забезпечити можливість повної механізації процесу лудіння за рахунок ефекту переміщення припою під дією УЗ-коливань.

УЗ-коливання викликають модифікацію структури безсвинцевого припою типу SAC (Sn-Ag-Cu), а це знижує до мінімуму ймовірність утворення

інтерметалідів типу  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  при формуванні паяних з'єднань і підвищує міцність з'єднань [5].

Для безфлюсової пайки деталей і електронних компонентів легкоплавкими припоями використовують УЗ-ванни з порушенням всієї маси припою і з локальним впливом ультразвуку. У першому випадку можна активувати велику поверхню деталі, а в другому - сконцентрувати УЗ-енергію в невеликому обсязі, знизити окислення припою у ванні і енергоспоживання.

В УЗ-ваннах з порушенням всієї маси розплаву інтенсивність кавітації максимальна на дні ванни і нелінійно зменшується зі збільшенням відстані до дна, що необхідно враховувати при пайку компонентів і деталей малих розмірів. При локальній УЗ-активації в робочій зоні спостерігається щодо однорідна інтенсивність кавітації.

Для УЗ-лудіння алюмінієвого дроту "нескінченної" довжини і арматури з різних матеріалів товщиною до 1,5 мм розроблено пристрій лудіння (рис.1.), яке представляє собою конусоподібний хвилевід - концентратор з коефіцієнтом посилення 2,5-3, з'єднаний з магнітострикційним перетворювачем ПМС15А -18 [6]. При лудінні провід простягався через отвір в хвильоводі, розташоване в області найбільших зсувів, і канавку з припоєм, яка утворювала мікровану.

Застосування в УЗ технологічних установках п'єзоелектричних перетворювачів, зібраних в пакети, дозволяє отримувати більш високий ККД перетворення, який залишається стабільним при робочих температурах до  $330^\circ\text{C}$  і більш, і підвищувати інтенсивність УЗ-коливань в робочій зоні за рахунок застосування фокусує форми перетворювачів різних частот для активації процесів низькотемпературної пайки.

Переваги УЗ очищення. У порівнянні з традиційними методами ультразвукове очищення дозволяє:

- звести до мінімуму застосування ручної праці
- провести очищення і знежирення без застосування органічних розчинників

- очищати важкодоступні ділянки виробів і видаляти всі види забруднень
- скорочувати час таких процесів, як екстракція, диспергування, очищення, хімічні реакції виключати дороге механічне і хімічне очищення теплообмінного обладнання

**Метою даної роботи** є аналіз можливості використання УЗ для пайки та очищення поверхні метала від оксидної плівки.

При цьому вирішували наступні завдання.

1. Проаналізувати різні методи очищення від окисних плівок електронних компонентів та вибрати найбільш придатну.
2. Моделювання процесу кавітації під дією УЗ.
3. Проаналізувати рівномірність УЗ поля в ванні.

**Об'єкт дослідження** – процеси кавітації під дією ультразвуку.

**Предмет дослідження** – зміна кавітаційного тиску від розташування п'єзоперетворювачів

**Методи дослідження** – вимірювання акустичного тиску.

**Наукова новизна** – використання теорії дії ультразвуку на вироби.

**Практична значимість результатів** полягає в їх можливому використанні при процесах очищення виробів.