

## РОЗВИТОК КОНТАКТНОГО КОНДЕНСАТОРНОГО ЗВАРЮВАННЯ В ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

У 1958–1960 рр. у Обчислювальному центрі АН УРСР (тепер Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України) під керівництвом В.М. Глушкова було розроблено першу в СРСР електронну цифрову машину широкого призначення «Днепр». Через два роки на заводі «Радіоприлад» випуск таких машин досяг рівня провідних фірм США. У складі різних систем контролю та управління машини «Днепр» та «Мир» були запущені в експлуатацію на низці найбільших підприємств СРСР. Перші системи управління електронно-обчислювальних машин склалися з електромеханічних та аналогових приладів систем стабілізації.

З часом стало ясно, що принцип побудови систем управління на основі аналогових та дискретних лічильно-обчислюваних пристроїв не має перспективи. У 1962 р. уряд Радянського Союзу ухвалив постанову про розвиток мікроелектронної промисловості. У 1963 р. було створено Київське конструкторське бюро з мікроелектроніки КБ-3,

колектив якого займався розробкою гібридних інтегральних схем. Так, вже до 1968 р. на Київському підприємстві «Мікроприлад» були розроблені мікроелектронні елементи.

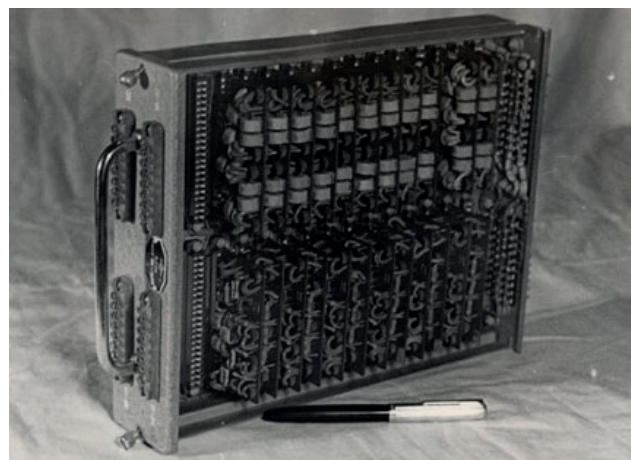
Якість і довговічність систем управління зокрема визначається надійністю з'єднання схемних комунікацій, напівпровідників з металевими провідниками. Особливі труднощі викликані тим, що їх найрізноманітніші компоненти (транзистори, діоди, резистори та конденсатори) виконуються на одній монокристалічній пластинці напівпровідника, структурний склад транзистора–метал, оксид, а напівпровідник виготовляються з металів малої товщини, периметрів і діаметрів. Крім того, напівпровідникові структури, в основному, виготовляють з монокристалів кремнію, танталу і германію – порівняно крихких матеріалів, покритих тонкою плівкою стійких оксидів.

В СРСР було розгорнуто пошук технологій надійного з'єднання елементів електронних приладів, та розпочато удосконалення відомих технологій зварювання, пайки та інших технологій. Одним з напрямків наукових досліджень стало точкове зварювання опором металів малої товщини енергією, акумульованою в батареї конденсаторів.

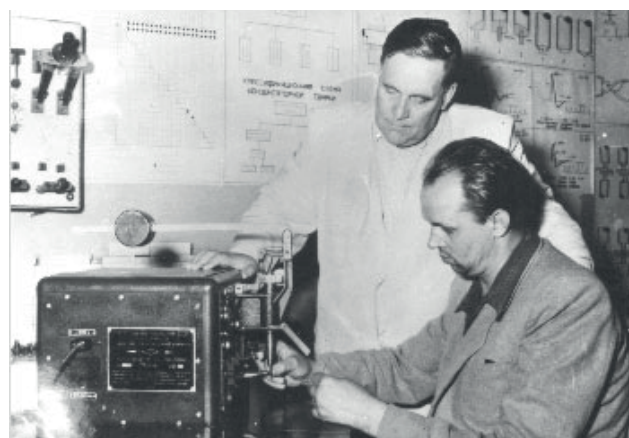
Контактне конденсаторне зварювання в ІЕЗ за дорученням К.К. Хренова В.Е. Моравський почав досліджувати ще у 1945 році. Тоді ж він встановив можливість ефективного використання процесу розряду конденсаторів безпосередньо на деталі, що зварюються, можливість стикового зварювання дротів малого діаметра. Перевагами в порівнянні з іншими способами, в тому числі, і з контактним зварюванням змінним струмом, були точність дозування енергії в зоні зварювання, короткочасність



Лицьова і зворотня сторони однієї із 2300 стандартних комірок машини «Днепр»



Зовнішній вигляд стандартного субблока машини «Днепр»



К.К. Хренов і В.Е. Моравський за установкою контактного конденсаторного зварювання

сильноточного розряду, мала потужність енергії, що споживається з мережі.

При конденсаторному зварюванні тонких виробів істотну роль має початковий опір холодно-го контакту між поверхнями, що з'єднуються (В.Е. Моравський, Д.С. Ворона).

До середини 1950-х років В.Е. Моравським зі співробітниками ІЕЗ було створено ударне конденсаторне зварювання (УКЗ). При цьому з'явилася можливість з'єднувати деталі з різнорідних металів, які в рідкому стані утворюють інтерметалідні сполуки (такі, як алюміній зі сталлю і міддю), або мають теплофізичні властивості, що різко відрізняються (наприклад, мідь і вольфрам чи молібден).

У 1957 р. розроблено технологію (І.З. Хоменко) і було створено першу установку для приварювання ніжок до циферблатів годинника для 2-го Московського годинникового заводу та зміцнювальних сормайтєвих кульок до пір'я авторучок для фабрики ім. Сакко та Ванцетті.

У середині 1950-х років у м. Києві було налагоджено серійний випуск машини ТКМ-4. Вона стала основою для розвитку обладнання для точкового та рельєфного конденсаторного зварювання.

У 1963 р. в ІЕЗ було організовано відділ конденсаторного зварювання під керівництвом В.Е. Моравського. Розгорнулася пошукова та конструкторська робота зі створення джерел живлення, систем управління, електричних та механічних приводів, матеріалів та форми електродів.

В.Е. Моравським був розроблений метод розрахунку зварювальних трансформаторів точкових конденсаторних машин малої потужності. Теорія зарядних ланцюгів ємнісних накопичувачів енергії була розроблена І.В. Пентеговим, що дозволило оптимізувати процес накопичення енергії в конденсаторах, суттєво підвищити стабільність напруги зарядки конденсаторів, що важливо при зварюванні тонких металів з обмеженим тепловідведенням.



Дільниця з мікроконденсаторного зварювання в ІЕЗ

Застосування електролітичних полярних конденсаторів з великою питомою енергією дозволило значно знизити масу зварювальних установок. Було розроблено установки, до яких можна підключати легкі монтажні інструменти (типу пінцетів, кліщів, «олівців»), у тому числі на кабелі завдовжки до 3 м. У 1967 р. розроблено конденсаторну машину ТКМ-14.

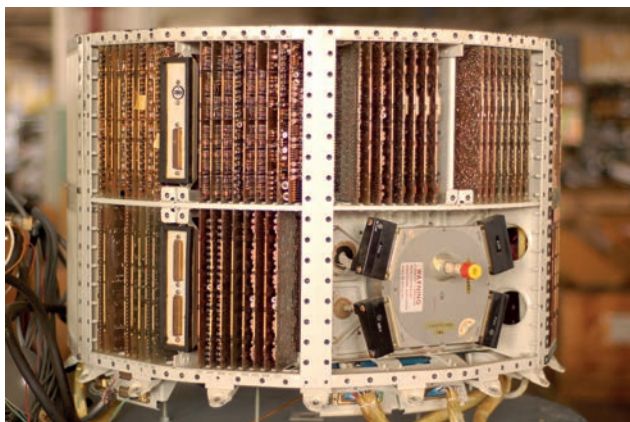
Масове виробництво виробів електронної та електротехнічної промисловості вимагало забезпечення стабільної якості зварних з'єднань. Особливості застосування зумовили більш високі вимоги до механізмів стиснення устаткування для конденсаторного зварювання особливих матеріалів і стабільності опору площі контактної поверхні електродів.

Були розроблені способи досягнення оптимального питомого навантаження на останній фазі процесу зварювання. Усунути вишлески розплавленого металу вдалося при двоімпульсному зварюванні – подачі першого слаботочного імпульсу розряду допоміжного конденсатора або змінного струму. Створено машини зі складним циклом розряду конденсаторів та керуванням формою зварювального струму.

Протягом кількох років в ІЕЗ були розроблені технології з'єднання великої кількості різнорідних металів і деталей, що значно відрізняються товщиною, деталей з циліндричними і сферичними поверхнями з подібними деталями і з плоскими поверхнями деталей. Особливо значення мало створення унікальної техніки з'єднань фольги та дротів із сплавів кольорових і чорних металів, технології приварювання мідних виводів до контактних вузлів резисторів та вплавленого в кремній алюмінієвого електрода напівпровідникового приладу, до кристалотримачів германієвих і кремнієвих діодів, до нікельованих томпакових наконечників та танталооксидних конденсаторів та інших виробів (В.Е. Моравський, В.А. Васильченко, Д.М. Калеко та ін.).



З'єднання різнорідних металів



Виготовлення електронних систем за технологією ІЕЗ

Для реалізації цієї технології створено леговані псевдосплави для електродів контактних машин із застосуванням методів порошкової металургії, промислове обладнання, зокрема переносна малогабаритна установка КО-135 для контактної точкової зварювання в монтажних умовах (Д.С. Ворона).

Для електронної промисловості та приладобудування було розроблено монтажні столи з пилозахисною камерою ССП-3, ССП-5, ССП-1 та ін. На столах розміщувалися механізми стиснення електродів або клеми для підключення ручного зварювального інструменту з кабелем довжиною до 3 м.

Для стикового зварювання багатожильних дротів, у тому числі, мідних з одножильними алюмінієвими дротами, багатожильних дротів до штепсельних роз'ємів в електротехнічній промисловості та дротів заземлення в радіоприладах було

розроблено гібридне дугове і ударне конденсаторне зварювання та відповідне обладнання.

Для шовного конденсаторного зварювання в ІЕЗ було створено електронний блок управління циклами: заряд–розряд конденсаторів та електродний роликотний вузол. Ці складні завдання, включали також оригінальну конструкцію – ковзний струмопідвідний пристрій (С.І. Семергеев). Було створено кілька типів шовних машин, з яких машина ШКМ-3 набула поширення на приладобудівних заводах для герметичного зварювання барометричних коробок, сифонів, теплових труб, виготовлення обічайок з кольорових сталей та нержавіючих сталей товщиною 0,05...0,6 мм. Крім того, розроблено багато спеціалізованих шовних машин, зокрема, для зварювання профільованих срібних контактів великої протяжності; чутливих елементів приладів у дозованому вакуумі та ін. (В.Е. Моравський, В.А. Васильченко, Д.М. Калеко).

З книгами В.Е. Моравського, Д.М. Калеко, Н.А. Чвортко, Д.С. Ворони можна ознайомитись в науковій бібліотеці ІЕЗ ім. Є.О. Патона.



д. іст. н. Олександр Корнієнко

### Учені знайшли спосіб з'єднати метал і дерево без клею

При ультразвуковому з'єднанні деревина і базовий компонент з'єднуються за допомогою фрикційного тепла.

Дослідники з технічного університету Граца розробили інноваційний метод з'єднання деревини з металами і полімерами без використання клею або гвинтів, застосовуючи технології 3D-друку та ультразвукового зварювання.

Деревина, як поновлюваний і екологічно нейтральний матеріал, має високу міцність і легкість, що робить її привабливою для використання в різних галузях, включно з автомобільною, авіаційною та меблевою промисловістю.

Команда під керівництвом Серхіо Амансіо з Інститут матеріалознавства, з'єднання та формування технічного університету Граца успішно протестувала дві технології, які дають змогу домогтися міцних з'єднань деревини з іншими матеріалами. Перший метод, званий AddJoining, використовує 3D-друк для нанесення полімерного композиту прямо на поверхню деревини. Друкований матеріал проникає в пори деревини, створюючи міцне з'єднання, аналогічне клейовому, але без використання хімікатів.

Другий метод використовує ультразвукове зварювання, за якого високочастотна вібрація викликає тертя і тепло, плавлячи поверхню полімеру, який потім проникає в пори деревини. Це дає змогу створити стабільне з'єднання, що ґрунтується на механічному зчепленні та адгезії.

Обидва методи продемонстрували високу ефективність у тестах на механічне навантаження. Дослідники планують продовжити роботу з промисловими партнерами для подальшого вдосконалення технологій, що дасть змогу замінити менш екологічні матеріали на поновлювану деревину, мінімізуючи використання хімікатів і підвищуючи стійкість виробництва.



<https://techno.nv.ua/ukr/innovations/ucheni-znayshli-sposib-z-yednati-metal-i-derevo-bez-kleyu-50446673.html>