ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ГАЛОЇДНИХ ФЛЮСІВ

З кінця 1940-х років у країні розгорнулось виробництво конструкцій ракет, термоядерної зброї, реакторів, надшвидкісної авіації, нового класу кораблів. До складу конструкційних матеріалів увійшли титан, ніобій, ванадій, молібден, цирконій, високоміцні алюмінієві сплави, нержавіючі та жароміцні сталі. На той час ракетобудування ставало однією з найважливіших галузей. Компоненти ракетного палива (азотна кислота, кисень у рідкому стані) потрібно було перевозити, зберігати, тримати у паливних баках з алюмінію.

Слід відзначити, що проблемами виготовлення та ремонту відповідальних алюмінієвих конструкцій у Радянському Союзі займалися ще з 1930-х років спеціалізовані інститути та лабораторії авіаційної та хімічної промисловостей. Однак традиційні тогочасні технології газового та атомно - водневого зварювання не забезпечували надійних з'єднань нових конструкційних металів та сплавів, що працюють при високих температурах, в агресивних середовищах та в динамічних умовах навантаження. У США для аналогічних задач з 1940 р. застосовували дугове зварювання в аргоні і гелії. Фахівці НІАТ, ЦНДІ Хіммаш, ЦНДІАМ намагалися відтворити таку технологію Р. Мерідіта (фірма «Нортон ейкрафт»). Водночас, дуга в аргоні з вольфрамовим електродом горіла не стабільно, а в швах з'являлися пори.

У 1945 – 1946 рр. в ІЕЗ спільно зі Жданівським заводом ім. Ілліча (м. Маріуполь) була розроблена конструкція залізничних цистерн та технологія виготовлення, що дозволило організувати масове виробництво. Завдяки впровадженню автоматичного дугового зварювання під флюсом в кілька разів зросло виробництво залізничних цистерн. І хоча це були сталеві цистерни, керівництво країни вирішило «поширити цей успіх на виробництво алюмінієвих цистерн».

ІЕЗ було доручено зайнятися зварюванням алюмінію і, в першу чергу, в стислий термін організувати виробництво цистерн зі сплавів алюмінію. Досвіду зварювання алюмінію та його сплавів в Інституті не було. Директор ІЕЗ академік Є.О. Патон вирішив розвивати технології зварювання під флюсом. Було зрозуміло, що для вирішення проблеми зварювання алюмінію під флюсом потрібні фундаментальні металургійні дослідження.

Директор доручив інженеру-хіміку Д.М. Рабкіну зайнятися даною проблемою. Необхідно було створити флюси, здатні «зруйнувати» тугоплавку оксидну плівку на поверхні крайок, що зварюються, і не допустити попадання кисню в зону металевої ванни. У 1946 – 1947 рр. було досліджено фізико-хімічні реакції взаємодії між хлором та фтором з компонентами металевої ванни в умовах дії дугової плазми, вивчені особливості плавлення основного та електродного металу, а також кристалізації зварювальної ванни. Результати дослідження стали суттєвим внеском у формування теорії рівноваги хімічних компонентів при розплавленні алюмінієвих сплавів різних систем легування. Було встановлено, що галогеніди лужних та лужно-земельних металів в таких умовах контрагують дугу, змінюють характер проплавлення металу та механізм формування шва.

Д.М. Рабкін з колегами визначили оптимальний склад флюсу з деякими галогенами більш активними, ніж кисень. Проте при реалізації цих фундаментальних металургійних досліджень виникло «неприємне» фізичне явище, оскільки флюси з галогенідами в розплавленому стані мають високу електропровідність, і шунтують дугу. Це впливає на дугу, порушує стабільність її горіння, змінює характер проплавлення металу та подальше формування шва.

У 1949 р. під керівництвом Д.М. Рабкіна був створений новий спосіб механізованого зварювання, коли на зварювану поверхню наносили тонкий шар флюсу, недостатній для «закриття» всієї дуги.

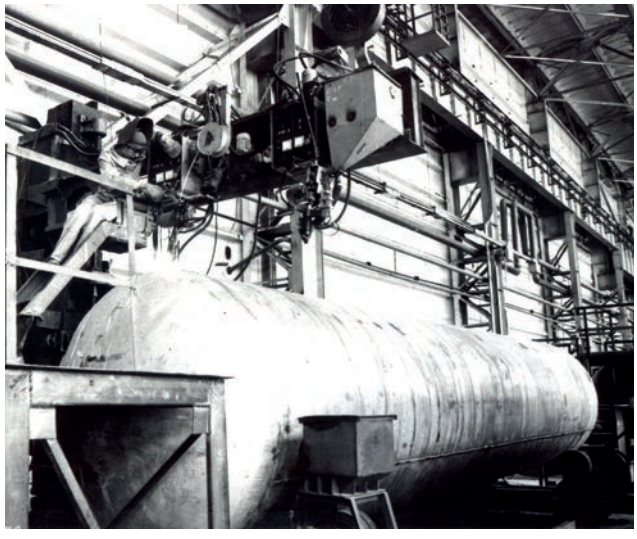
Обговорення наукових результатів у відділі «Фізико-металургічнних процесів зварювання легких металів і сплавів» (зліва направо: А.В. Лозовська, Д.М. Рабкін, В.Р. Рябов, А.А. Бондарєв, В.Г. Ігнатьєв, А.Я. Іщенко, І.В. Довбищенко)

Цистерна з алюмінієвого сплаву, виконана дуговим зварюванням по шару флюсу (технологія Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона)

У стислий термін було організовано потокове виробництво цистерн зі сплаву марки АМц завтовшки 18…20 мм для перевезення та зберігання рідкого кисню та інших компонентів ракетного палива на Уралвагонзаводі (м. Нижній Тагіл, Д.М. Рабкін) та на заводі «Азовмаш» (м. Маріуполь, І.В. Довбищенко), на заводі «Більшовик» (м. Київ) було організовано виробництво алюмінієвих цистерн (Є.А. Асніс). Для більш ефективного виконання поставленої Є.О. Патоном мети, а саме створення способу зварювання під флюсом алюмінію та його сплавів, потрібна була розробка хімічного складу спеціальних флюсів які б мали знижену електропровідність в розплавленому стані. Їх особливістю порівняно з флюсами для зварювання напіввідкритою дугою стала наявність невеликої кількості кремнезему (до 5 %) та підвищений вміст кріоліту. Вони забезпечували достатню стабільність здійснення електродугового процесу зварювання під флюсом.

Результати фундаментальних металургійних та технологічних досліджень стали підґрунтям двох нових технологічних напрямів: 1) зварювальне виробництво конструкцій зі спеціальних легованих сталей, алюмінію, титану та їх сплавів, а також зварюванні виробів з молібдену, ніобію; 2) електрометалургія високоякісного титану, молібдену, вольфраму, ніобію та низки інших металів та їх сплавів.

Розроблені фторидно-хлоридні флюси типу АНТ-1 забезпечили високу якість металу швів при дуговому і електрошлаковому зварюванні титану електродом, який плавиться (Б.І. Медовар, С.М. Гуревич та ін.). У подальшому були створені технології введення у зону зварювання галогенідів (фторидів та хлоридів) лужних та лужноземельних металів у вигляді компактної флюс-пасти, яку наносили на зварювані кромки – ATIG процес. Крім іншого, принципово новий науковий напрямок у зварюванні та металургії забезпечив економію інертних газів. Такі флюси за кордоном з’явились значно пізніше. В даний час це найпоширеніша у світі технологія спорудження великих конструкцій з титану.



Зварювання цистерн з сплаву АМг6

Для управління металургійними процесами було запропоновано введення в зону плавлення невеликої кількості багатокомпонентних добавок легкоіонізованих та поверхнево-активних речовин, зокрема в канал металевого дроту (Б.Є. Патон, М.М. Воропай).

Д.і.н. Олександр Корнієнко