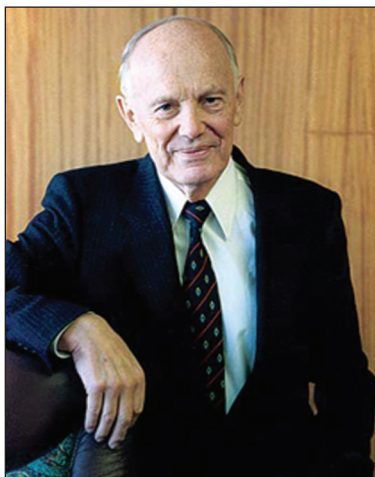


# МЕТАЛЕВА МІЦЬ КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

## Роботи

### Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України з КБ "Південне" і "Південним машинобудівним заводом"



**Борис Патон**  
доктор техн. наук,  
академік НАН України,  
президент НАН України,  
директор Інституту  
електрозварювання  
ім. Є.О. Патона НАН України,  
голова Ради з космічних  
досліджень НАН України,  
м. Київ

Ракетно-космічна і наукова спільнота 25 жовтня 2011 року відзначає 100 років з дня народження видатного конструктора ракетно-космічної техніки *Михайла Кузьмича Янгеля*. Діяльність *М.К.Янгеля* — ціла епоха розвитку ракетобудування і створення космічних апаратів різного призначення. *М.К. Янгель* — основоположник нового напрямку в ракетобудуванні — створення ракет на стабільних висококиплячих компонентах палива. На чолі свого КБ (ОКБ №586 — нині ДКБ "Південне") він розробив та створив багато бойових ракетних комплексів і космічних апаратів.

На початку 60-х років минулого століття гостро стало питання необхідності серійного виробництва ракет різного призначення, що вимагало проведення нових наукових розробок, створення високопродуктивних, надійних і економічних технологій та устаткування в багатьох галузях науки і техніки.

До розв'язання важливих задач, пов'язаних з розвитком ракетно-космічної техніки, *М.К. Янгель* активно залучав інститути Академії наук УРСР, плідно співробітничав з українськими вченими в галузі приладобудування, зварювання, матеріалознавства та ін. При цьому зварювання, яке забезпечує не тільки необхідні механічні властивості з'єднань, а і їх високу герметичність, стає одним з головних технологічних процесів у виробництві вузлів ракетної техніки.

Все це обумовило необхідність створення нової зварювальної техніки, удосконалення відомих видів зварювання і розробки нових технологій.

Розроблені в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона (ІЕЗ) прогресивні технології і зварювальні матеріали знайшли широке застосування в конструкціях ракет і супутників.

У ці роки проводяться дослідження і створюються технології електронно-променевого зварювання, зварювання вибухом, мікроплазмового зварювання, контактного стикового зварювання тощо. Удосконалюються технології аргонодугового зварювання та інші.

Значний обсяг робіт становили проблеми зварювання конструкцій ракет-носіїв з алюмінієвих сплавів. Одним з напрямків роботи металургів, зварників та інших фахівців стало поліпшення якості основного металу. В ІЕЗ було вирішено багато проблем із забезпечення якості зварювання вузлів ракетних конструкцій. Було створено спеціалізоване устаткування і технології дугового зварювання, електронно-променевого зварювання та контактного зварювання різних вузлів ракет-носіїв.

Тривале бойове чергування ракети в заправленому стані вимагає повної герметичності вузлів і деталей. У результаті виконаної багатопланової роботи вдалося розв'язати цю проблему. При цьому вирішувалися два завдання — металургійне і технологічне. У результаті розв'язання першого завдання була значно поліпшена якість металу. Рішення другої задачі дозволило розробити технологічні заходи боротьби з негерметичністю і створити технологію, так званої ампулізації ракет. Велику роль у забезпеченні герметичності зіграло зварювання неповоротних стиків.



Академіки Б.С. Патон і М.К. Янгель серед членів Президії ЦК Компартії України під час XXIII з'їзду Компартії України. Головує на засіданні — перший секретар ЦК КПУ. Київ, 1966 р.







Контактне стикове зварювання великогабаритних обичайок ракет.

В 1950-х роках при зварюванні несучих конструкцій, паливних баків, двигунів та інших вузлів ракет на заводах Радянського Союзу переходять на аргонодугові процеси.

У 1960-х роках ІЕЗ разом з московським електроламповим заводом приступив до робіт зі створення вольфрамових електродів з дошками рідкісноземельних елементів. Розроблені ще в 1950-х роках для аргонодугового зварювання вольфрамові електроди із присадкою окису торію не забезпечували стабільності дуги і, відповідно, необхідної якості зварних з'єднань, у першу чергу, герметичності. Крім того, окис торію є небезпечним для здоров'я людини через його радіоактивність. У результаті виконаної роботи були розроблені електроди з дошками лантану та ітрію. Особливо хороші результати показали електроди з дошками ітрію. Ітрій забезпечував стабільність зварювальної дуги, стійкість електроду, навіть при великій щільності споживаного електричного струму. Зварні шви, виконані цими електродами, відрізнялися високою герметичністю і міцністю. В ІЕЗ був розроблений ГОСТ СРСР, за яким виготовлялися ці електроди. Вони застосовувалися для зварювання неповоротних стиків труб з алюмінію, нержавіючої сталі і титану. Крім того, електроди великого діаметру з дошками ітрію використовувалися при зварюванні алюмінієвих сплавів паливних баків товщиною до 20 мм. Усе це сприяло розв'язанню проблеми усунення негерметичності і значному збільшенню часу зберігання ракети в заправленому стані.

Для підвищення пропалення при дугових процесах розроблялися технології з максимальною концентрацією енергії дуги, у т.ч. імпульсно-дугового зварювання в аргоні алюмінієвих сплавів. В ІЕЗ розроблялися різні способи керування процесами дугового зварювання. Були розроблені способи плазмово-дугового зварювання на змінному

струмі та мікроплазмового зварювання різнополярними імпульсами; джерела живлення для плазмового і мікроплазмового зварювання; конструкції плазмотронів; пристрої для зварювання неповоротних стиків трубопроводів. Плазмове зварювання знайшло застосування для герметизації приладових відсіків з магнієвих сплавів. Мікроплазмове зварювання було впроваджено на ракетобудівних заводах, у першу чергу для виготовлення і приварювання сильфонів.

Як показала практика, найефективнішим способом виготовлення шпангоутів, найбільш навантажених елементів корпусів ракетноносіїв, є контактне стикове зварювання попередньо зігнутих до необхідного діаметру заготовок пресованих профілів з високоміцних сплавів алюмінію. Така технологія є найбільш надійною, тому що стабільно забезпечує високу герметичність при коефіцієнті міцності не нижче 0,90 від основного металу, високопродуктивною і економічною, тому що забезпечує коефіцієнт корисного використання металу до 0,95.

У 1968 році на "Південному машинобудівному заводі" було введено в експлуатацію технологію та обладнання для контактного стикового зварювання шпангоутів із пресованих профілів з алюмінієвого сплаву, у тому числі із чистових (які не потребують подальшої механічної обробки) і пустотілих профілів, площею поперечного перерізу до 6000 кв. мм. Застосування контактного стикового зварювання забезпечило міцність зварних з'єднань, високу точність геометричних розмірів, абсолютну герметичність і високу продуктивність — до 12 стиків за годину. Високі показники зварних з'єднань визначили подальший розвиток цієї технології для вирішення складніших завдань.

Роботи ІЕЗ ім. Є.О.Патона з КБ "Південне" і "Південмашом" в галузі зварювання, розпочаті за життя М.К. Янгеля, продовжуються і розвиваються.

Була створена серія стикозварювальних машин, що забезпечила зварювання шпангоутів (більше ста найменувань) для всіх виробів, які розробляє КБ "Південне" і виготовляє "Південний машинобудівний завод".

Впроваджена високоефективна технологія й унікальні машини для контактного зварювання поздовжніх швів циліндричних і конічних обичайок товщиною до 31,5 мм і довжиною зварного шва до 2000 мм. При цьому, час зварювання становить 180 секунд.

Спільно з КБ "Південне" досліджується зварюваність та розробляється технологія контактного зварювання деталей силового набору з різних алюмінієвих сплавів. Впровадження цієї технології підсилить та полегшить конструкції сухих відсіків ракетноносіїв, що дозволить істотно підвищити їх корисне навантаження.

До актуальних завдань відноситься також освоєння в дослідно-промисловому виробництві ефективної технології зварювання тертям з перемішуванням алюмінієвих сплавів, яке відбувається без розплавлення і забезпечує підвищення міцності зварних з'єднань порівняно зі зварюванням неплавким електродом. Розвиток отримали роботи зі створення технології та устаткування дифузійного зварювання тришарових панелей з алюмінієвих сплавів для використання їх у великогабаритних вузлах адаптера головного обтікача і перехідних відсіків ракетноносіїв. Проводяться дослідження з розробки технології зварювання в твердій фазі вуглець-вуглецевих композитних матеріалів і титанових сплавів для передньої кромки аеродинамічного керма, насадок двигунів і з'єднання трубопроводу з камерою згорання двигуна.

Твердо впевнений, що тісний творчий зв'язок Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України із КБ "Південне" і "Південним машинобудівним заводом", основи якого були закладені за життя *Михайла Кузьмича Янгеля*, буде тривати і надалі.

Дорогої  
Торис Євгеньевич!

Тришарове саме сердечне подра-  
вляю с гвучем прятдимамми  
Мая! Ой мене и всеи семьи люлю  
Я нештогу трычу, што в этот раз и  
Силом все побидать. Огень хотелось  
Вамм всеирейтсьед. Но пошмаюч  
тратим Вашей фамилюсти не вие-  
тцаемм гаче в сужки. Моемми бтт  
мне урасийц поворочь с Вами в  
Моемме уне баше и обичием мш-  
Хашея Кузьмича.

Моеммо Вам доброго здоровья,  
Успехов в Вашей замедофельной  
деятельности.

М.Ситник-Ягель  
Црика Викторевна

28 IV 81

Лист І.В. Стражевої, дружини М.К. Янгеля, до президента АН УРСР Б.Є. Патона від 28 квітня 1981 р.



Урочисте засідання АН УРСР, присвячене 70-річчю від дня народження академіка М.К. Янгеля. 1981 р.  
Головує на засіданні — президент АН УРСР академік Б.Є. Патон.  
Зліва від Голови — ..., С.І. Гуренко, І.В. Стражева-Ягель, В.Ф. Уткін, ..., В.І. Трефілов.  
Справа від Голови — К.М. Ситник, Ф.С. Бабичев, Ф.М. Рудич, І.К. Походня, Г.С. Писаренко