



# КОСМІЧНА НАУКА І ТЕХНОЛОГІЯ

НАЦІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ  
НАУК УКРАЇНИ

Том 24  
**5(114)**  
2018

## SPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY

ДЕРЖАВНЕ  
КОСМІЧНЕ  
АГЕНТСТВО  
УКРАЇНИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ + ЗАСНОВАНО В ЛЮТОМУ 1995 р. + ВИХОДИТЬ 6 РАЗІВ НА РІК + КИЇВ



*Спеціальний випуск, присвячений 100-річчю від дня народження Б. Є. Патона, академіка НАН України, президента НАН України, директора Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, головного редактора журналу «Космічна наука і технологія»*

*Special issue devoted to the 100th anniversary of the birth of B. E. Paton, Member of the NAS of Ukraine, President of the NAS of Ukraine, Director of the E. O. Paton Electrowelding Institute of the NAS of Ukraine, Editor-in-chief of the «Space Science and Technology» journal*

### ЗМІСТ

#### З архіву наукових праць та виступів Б. Є. Патона

|                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Патон Б. Е. Сварка в ракетно-космической промышленности . . . . .</i>                                                     | <b>5</b>  |
| <i>Патон Б. Е. Предисловие к сборнику научных трудов «Космос: технологии, материаловедение, конструкции»</i>                 | <b>10</b> |
| <i>Патон Б. Е. 25 лет сварке в открытом космосе . . . . .</i>                                                                | <b>14</b> |
| <i>Патон Б. Е. Выступления на торжественных мероприятиях, посвященных 100-летию со дня рождения С. П. Королева . . . . .</i> | <b>19</b> |

#### З архіву наукових праць про внесок В. Є. Патона у розвиток космічних технологій

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Стесин В. В. Б. Е. Патон в работах по космическим технологиям . . . . .</i> | <b>25</b> |
| <i>Иванов Г. П. «Испаритель-80» . . . . .</i>                                  | <b>28</b> |

### CONTENTS

#### From the archive of scientific works and speeches by B. E. Paton

|                                                                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Paton B. E. Welding in the rocket and space industry . . . . .</i>                                                              | <b>5</b>  |
| <i>Paton B. E. Preface to the Collection of Scientific Works «Space: technologies, materials science, constructions» . . . . .</i> | <b>10</b> |
| <i>Paton B. E. 25 years of welding in open space . . . . .</i>                                                                     | <b>14</b> |
| <i>Paton B. E. Speeches at the celebrations dedicated to the 100th anniversary of the birth of S. P. Korolev . . . . .</i>         | <b>19</b> |

#### From the archive of scientific works about research by V. E. Paton

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Stesin V. V. B. E. Paton in works on space technologies . . . . .</i> | <b>25</b> |
| <i>Ivanov G. P. «Evaporator-80» . . . . .</i>                            | <b>28</b> |

|                                                                                                                                                           |    |                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Воропай Н. П., Гвоздецкий В. С., Илюшенко В. М. Микроплазменная сварка: создание аппаратуры и развитие технологии</i> . . . . .                        | 29 | <i>Voropai N. P., Gvozdetzky V. S., Ilyushenko V. M. Microplasma welding: creation of equipment and development of technology</i> . . . . .                                                                               | 29 |
| <i>Фото різних років з архівів Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України та Центру «Спейс-Інформ»</i> . . . . .     | 33 | <i>The photos of different years from archives of the E. O. Paton Electrowelding Institute of the NAS of Ukraine and of the «Space-Inform» Centre</i> . . . . .                                                           | 33 |
| <b>Слово про Б. Є. Патона</b>                                                                                                                             |    | <b>The Word about B. E. Paton</b>                                                                                                                                                                                         |    |
| <i>Горбулін В. П., Яцків Я. С. Б. Є. Патон і розвиток космічної науки та технології</i> . . . . .                                                         | 43 | <i>Gorbulin V. P., Yatskiv Ya. S. B. E. Paton and the development of space science and technology</i> . . . . .                                                                                                           | 43 |
| <i>Дегтярев О. В. В ім'я досягнення спільної мети. Роль Президента НАН України академіка Б. Є. Патона у створенні ракетно-космічної техніки</i> . . . . . | 53 | <i>Degtyarev O. V. In the name of achieving a common goal. Role of Academician B. E. Paton, the President of the National Academy of Sciences of Ukraine, in the development of rocket and space technology</i> . . . . . | 53 |
| <i>Дегтяренко П. Г. Слово вдячності Б. Є. Патону</i> . . . . .                                                                                            | 60 | <i>Degtyarenko P. G. The Word of gratitude to B. E. Paton</i> . . . . .                                                                                                                                                   | 60 |
| <i>Анатичук Л. І. Спогади про першу зустріч з Б. Є. Патон</i> . . . . .                                                                                   | 62 | <i>Anatychuk L. I. Memories of the first meeting with B. E. Paton</i> . . . . .                                                                                                                                           | 62 |
| <i>Лялько В. І. Із вдячністю за постійну підтримку</i> . . . . .                                                                                          | 64 | <i>Lyalko V. I. The Word of gratitude for the continued support</i> . . . . .                                                                                                                                             | 64 |
| <i>Кордюм Є. Л. Слово про Б. Є. Патона</i> . . . . .                                                                                                      | 67 | <i>Kordyum E. L. The Word about B. E. Paton</i> . . . . .                                                                                                                                                                 | 67 |
| <i>Коноваленко О. О. Борис Євгенович Патон і розвиток низькочастотної радіоастрономії в Україні</i> . . . . .                                             | 68 | <i>Konovalenko O. O. Borys Evgenovych Paton and the development of low-frequency radio astronomy in Ukraine</i> . . . . .                                                                                                 | 68 |
| <i>Галузинская В. С. Аура интеллекта. И это все о нем</i> . . . . .                                                                                       | 73 | <i>Galuzinska V. C. Aura of Intelligence. And it's all about him</i> . . . . .                                                                                                                                            | 73 |

На першій сторінці обкладинки — ілюстрація «Космічні технології, матеріали і конструкції розробки Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України», присвячена 100-річчю від дня народження Б.Є. Патона, академіка НАН України, президента НАН України, директора Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, головного редактора журналу «Космічна наука і технологія». (Автор ілюстрації — І. Т. Жук, Інститут космічних досліджень НАН України і ДКА України).

**Журнал «Космічна наука і технологія» включено до переліку наукових фахових видань України, в яких публікуються результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата фізико-математичних та технічних наук**

*У підготовці видання взяло участь Українське регіональне відділення Міжнародної академії астронавтики*

**Відповідальний секретар редакції О.В. КЛИМЕНКО**

**Адреса редакції:** 01030, Київ-30, вул. Володимирська, 54  
тел./факс (044) 526-47-63, ел. пошта: reda@mao.kiev.ua  
Веб-сайт: space-scitechnjournal.org.ua

Свідоцтво про реєстрацію КВ № 1232 від 2 лютого 1995 р.

Підписано до друку 31.10.2018. Формат 84 × 108/16. Гарн. Ньютон. Ум. друк. арк. 7,98.  
Обл.-вид. арк. 8,38. Тираж 101 прим. Зам. № 5423.

Оригінал-макет виготовлено і тираж віддруковано ВД «Академперіодика» НАН України  
вул. Терещенківська, 4, м. Київ, 01004

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи серії ДК № 544 від 27.07.2001 р.



*27 листопада 2018 року — унікальна дата в історії української науки і техніки.*

*В цей день 100 років тому відбулися перші установчі збори Української академії наук.*

*Того ж дня у сім'ї професора Київського політехнічного університету Євгена Оskarовича Патона народився другий син — Борис, нині академік Борис Євгенович Патон — всесвітньо відомий вчений та організатор науки, президент Національної академії наук України з 1962 року.*

*Редакційна колегія та редакція журналу «Космічна наука і технологія» щиро вітають Бориса Євгеновича Патона — нашого головного редактора, вченого, діяльність якого нерозривно пов'язана з розвитком космічної науки і технології у колишньому СРСР і сьогодні в Україні.*

*Висловлюючи нашу любов та безмежну повагу до Бориса Євгеновича Патона, на сторінках цього випуску журналу надамо слово ювілярові та тим, хто його знає та співпрацює з ним.*

**З архіву  
наукових праць  
та виступів Б.Є. Патона**

---

---

**Б. Е. Патон**

Институт электросварки им. Е. О. Патона  
Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

## **СВАРКА В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Освоение человеком космического пространства дало мощный толчок развитию науки и техники, созданию самых современных технологий, среди которых важное место занимают сварочные. В настоящее время невозможно представить себе изготовление космических аппаратов без применения сварки и других родственных технологий. Космическая промышленность предъявляет к ним все более высокие требования. Это объясняется широким использованием новых конструкционных материалов, непрерывным возрастанием требований к качеству соединений, усложнением условий их эксплуатации. Такая ситуация побуждает специалистов-сварщиков постоянно совершенствовать существующие технологии, разрабатывать новые, создавать и конструировать уникальное сварочное оборудование. В результате уровень сварочного производства в ракетно-космической промышленности является одним из самых высоких по сравнению с другими отраслями.

В производстве сварных конструкций ракетно-космических комплексов сосредоточены многие виды сварочных процессов. Особенности некоторых из них целесообразно рассмотреть на примере изготовления топливных баков из алюминиевых сплавов.

Способы дуговой сварки, применяемые при производстве топливных баков из алюминиевых сплавов, усовершенствованы за счет следующих новых решений:

- использование более стойких вольфрамовых электродов с активирующими добавками оксидов редкоземельных элементов;

- применение источников питания переменного тока с синусоидальной и прямоугольной формой волны, которая позволяет вести сварку пульсирующей дугой, а также в режиме асимметрии, когда длительность периодов тока при прямой полярности в 2—4 раза превышает длительность периодов тока при обратной полярности;

- использование гелия при сварке вольфрамовым электродом на постоянном токе при прямой полярности и системы управления, стабилизирующей режим сварки;

- применение гелия и импульсных источников тока для сварки плавящимся электродом;

- применение оригинальной сварочной оснастки, обеспечивающей стабильные условия сборки крупногабаритных изделий, минимальные перемещения в процессе изготовления и предотвращение сварочных деформаций.

Большой объем сварочных работ при изготовлении емкостей выполняется методом многопроходной импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в среде гелия (диаметр электрода составляет 2.0...2.5 мм, основной сварочный ток — до 260 А, частота импульсов — до 200 Гц, скорость сварки — до 60 м/ч). Высокая скорость сварки позволяет уменьшить зону разупрочнения металла и сварочные деформации. При сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости процесс осуществляется в режиме последовательной наплавки небольших валиков в узкую щелевую разделку. Этим способом свариваются различные виды соединений (включая замкнутые) на заготовках любой толщины. Ши-

рокое распространение находит сварка вольфрамовым электродом постоянным током (прямая полярность) в среде гелия.

Применяется плазменная сварка переменным током. Вначале она использовалась для соединения тонкого металла толщиной 0.2...1.0 мм (микроплазменная сварка). В настоящее время этот способ сварки применяется и для заготовок толщиной до 10...15 мм благодаря использованию источников асимметричного разнополярного тока с прямоугольной формой волны и надежных плазмотронов.

Освоение производства мощных энергоносителей потребовало использования в крупногабаритных конструкциях, в частности в баках, профилей сложного профиля, изготавливаемых из высокопрочных алюминиевых сплавов. Первые образцы шпангоутов, используемых в топливных баках, выполнялись из крупногабаритных поковок. При их обработке до 95 % металла уходило в отходы, кроме того, не удавалось гарантировать стабильность механических свойств по всему сечению кольцевых заготовок.

Южный машиностроительный завод (ЮМЗ) уже в середине 1960-х гг. освоил выпуск сварных шпангоутов, изготавливаемых из прессованных алюминиевых профилей без последующей механической обработки. Впервые в мировой практике при активном участии В.Ф. Уткина для изготовления шпангоутов большого сечения использована контактная стыковая сварка (КСС). Технология и системы управления процессом сварки были разработаны в ИЭС. В основу технологии положен новый способ КСС непрерывным оплавлением с программным управлением основными параметрами, обеспечивающий высококонцентрированный и стабильный нагрев торцов свариваемых деталей, имеющих сложную форму поперечного сечения. Формирование соединений происходит в твердой фазе при интенсивной локальной деформации металла в ЗТВ. Благодаря этому при сварке разупрочняющихся материалов обеспечиваются механические свойства, близкие аналогичным показателям основного металла.

На базе технологии ИЭС совместно с ЮМЗ разработано и изготовлено несколько поколе-

ний специализированных машин для сварки кольцевых заготовок из алюминиевых сплавов различного сечения, которые в рекордно сжатые сроки (за 1—2 года) были внедрены в производство. Выполнен также большой объем работ по сертификации новой технологии к условиям производства, полной автоматизации процесса сварки и созданию эффективной системы контроля качества сварных соединений. Наряду с неразрушающими видами контроля, разработан и эффективно внедрен метод операционного контроля, базирующийся на регистрации возможных отклонений параметров, определяющих режимы сварки. Такая система впоследствии была использована также для контроля качества других соединений, выполненных КСС (трубы, рельсы, строительные конструкции), и успешно используется в настоящее время как в странах СНГ, так и за рубежом.

Многолетний опыт применения КСС шпангоутов свидетельствует о высоком и стабильном качестве сварных соединений. В производственных условиях гарантируются коэффициент прочности сварных соединений не ниже 0.95, абсолютная газоплотность сварных швов и высокая коррозионная стойкость, близкая к показателям основного металла. Технология контактной сварки оплавлением кольцевых заготовок из алюминиевых сплавов принята как базовая на ведущих заводах отрасли. Таким способом, кроме кольцевых заготовок, сваривают и другие узлы, в частности продольные швы обечаек, стрингеры из разнородных алюминиевых сплавов, производят стыковку профилей сложного сечения. В последние десятилетия созданы уникальные комплексы для сварки шпангоутов с площадью поперечного сечения до 60000 мм<sup>2</sup>, которые успешно внедрены на ЮМЗ и РКК «Энергия», а также комплекс для сварки продольных швов обечаек топливных баков длиной до 2.2 м с толщиной стенки до 45 мм. Использование КСС при производстве мощных ракет-носителей позволило снизить их массу, повысить надежность и увеличить, полезную массу, выводимую на орбиту при той же мощности ракеты-носителя.

В последнее время ИЭС совместно с ЮМЗ проводится разработка технологий сварки но-



вых поколений высокопрочных алюминиевых сплавов, в частности систем Al-Cu и Al-Zn-Mg, дополнительно легированных литием, кадмием, скандием. Преимущества методов сварки в твердой фазе таких сплавов, относящихся трудносвариваемым, как показывают предварительные исследования, особенно проявляются при соединении разупрочняющихся материалов.

Широко применяется в ракетно-космической промышленности электронно-лучевая сварка (ЭЛС). Она выполняется в камерах общего или локального вакуумирования для соединения элементов конструкций различной толщины, начиная от 0,5 мм и включая шпангоуты компактных сечений толщиной до 200 мм, продольные швы оболочек из плит толщиной свыше 40 мм. Создана сварочная пушка мощностью до 120 кВт и высоковольтный источник питания, устойчиво работающие в напряженных условиях эксплуатации и исключающие возможность развития в ускоряющем промежутке электрических разрядов и пробоев. Разработана технология ЭЛС кольцевых швов толстостенных оболочек. При этом успешно решена проблема замыкания кольцевых швов путем прецизионного микропроцессорного управления параметрами пучка электронов как на участке полного проплавления, так и на участке вывода.

Отработаны технологии ЭЛС, обеспечивающие оптимальную форму и размеры зоны проплавления. При параллельных границах зоны проплавления обеспечивается минимальный разброс показателей механических свойств соединений по толщине образцов, практическое отсутствие угловых деформаций и сравнительно невысокий уровень остаточных сварочных напряжений. Для решения этой задачи, наряду с получившей распространение сваркой сканирующим пучком, используют и другие технологические приемы, например сварку с программированием тепловложения, сканирование пучка с преломлением траектории на двух уровнях, сварку на повышенных скоростях со сквозным проплавлением металла в стыке при завышенной мощности электронного пучка.

Разработанные технологии и техника сварки алюминия, титана, ниобия, молибдена и других

металлов и сплавов позволили существенно увеличить качество, плотность, значения прочностных характеристик, соединений, уменьшить уровень остаточных сварочных деформаций, увеличить работоспособность и надежность конструкции, изготавливаемых из этих материалов.

Получение высококачественных сварных соединений из разнородных материалов обеспечивает сварка с применением энергии взрыва. Она успешно используется для получения би- и три-металлических деталей, сочетающих в себе алюминиевые сплавы различных систем легирования или разнородные материалы, например, алюминий—сталь, медь—сталь и другие сочетания металлов. Так, ИЭС и КБ «Южное» разработали технологию и обеспечили серийное изготовление сваркой взрывом плоских кольцевых переходников сталь-12X18H10T+технический алюминий АД1+сплав АМг6. Толщина слоев 10+2+10 мм, внутренний диаметр кольца 1000 мм, наружный диаметр 1600 мм. Испытания на герметичность, определяемую гелиевым течеискателем, зоны соединения в кольцевом переходнике после окончательной механической обработки показали, что герметичное сцепление слоев достигается по всему периметру изделия.

Применение этого метода сварки эффективно для ремонта оболочек в случае их механического повреждения при технологических транспортировках и при монтаже. Приварка накладок (заплат) осуществляется непосредственно в месте нахождения емкости для устранения повреждений в виде утонения полотнища или сквозных отверстий. При этом обеспечивается полная герметизация и равнопрочность участка, подвергавшегося ремонту. Такая технология была успешно применена для восстановления жидкостного бака ракетно-космической системы «Энергия—Буран».

Для локализации действия взрыва при сварке с его применением создана взрывная камера принципиально новой трубчатой конструкции. Она представляет собой перфорированную полусферическую оболочку, к отверстиям которой приварены отрезки труб с заглушенными наружными концами, оси которых сходятся в центре полусферы. Благодаря тому что при взрыве за-

ряда ВВ ударная волна и газообразные продукты детонации дробятся на части, количество которых равно количеству труб, трубчатая камера способна выдерживать взрыв в 10...15 раз большего заряда ВВ по сравнению с камерами обычной цилиндрической или сферической конструкции.

Энергия взрыва также успешно используется для резки металлоконструкций. В ИЭС разработана большая номенклатура сосредоточенных и удлинённых кумулятивных зарядов для резки металлоконструкций объектов ракетно-космической техники и освоено промышленное производство таких зарядов. Для резки конструкций сложной конфигурации и вырезки в них отверстий с исключением отрицательного воздействия взрыва используются линейные устройства разделения с деформируемой металлической оболочкой.

В ракетно-космической промышленности все интенсивнее используются и другие методы соединения материалов без расплавления. Технологии пайки применяются для изготовления конструкций сложного профиля, таких как теплообменники, слоистые панели, патрубки трубопроводов и т. п. Изготавливаются такие конструкции из высокопрочных сталей, алюминиевых и титановых сплавов.

Большие возможности предоставляют разработанные в ИЭС технология и оборудование для магнитно-импульсной сварки разнородных цилиндрических деталей, которая проводится в твердой фазе без изменения структуры металла в сварном шве. Принцип сварки основан на использовании потенциальной энергии конденсаторной батареи и превращении ее в кинетическую энергию движения и соударения свариваемых деталей. С помощью этого метода свариваются все виды сталей с алюминием и его сплавами, медь с алюминием и со сталью, пластмассы с металлами. Сварные соединения отличаются механической прочностью, герметичностью и вакуумной плотностью.

Решены задачи регулирования сварочных напряжений и деформаций в конструкциях ракетно-космической техники, требующих высокой точности изготовления и надежности в эксплуатации. Наиболее значительные результаты при

решении таких задач в случаях сварки листовых и оболочечных конструкций удалось достигнуть путем создания при сборке предварительных напряженно-деформированных состояний, оптимизированных по отношению к сварочным напряжениям и деформациям. Для всех типов сварных соединений разработаны схемы предварительного упругого деформирования, позволяющие устранять остаточные сварочные деформации. Так, для устранения прогибов от сварки круговых соединений в тонколистовых оболочечных конструкциях применен предварительный упругий выгиб околошовной зоны. Для этих целей созданы специальные сборочно-сварочные агрегаты.

Разработана бездеформационная технология изготовления тонкостенных панелей из высокопрочных алюминиевых сплавов с применением электронно-лучевой сварки и предварительного упругого растяжения листа и ребер. Панели предназначены для использования в ракетно-космической технике и других отраслях промышленности.

Решена и такая сложная задача, как создание крупногабаритных сварных стрингерных оболочек без использования панелей на силовом стенде для приварки продольных ребер жесткости к крупногабаритной обечайке. Как обечайка, так и привариваемые ребра жесткости подвергались перед сваркой предварительному упругому растяжению. Применялась электронно-лучевая сварка аналогично процессу изготовления панелей. По этой технологии были сварены из алюминиевого сплава АМгбНН стрингерные цилиндрические оболочки диаметром 4 м и длиной 2,5 м с 72 продольными ребрами жесткости. Сварные оболочки отвечали высоким требованиям к качеству и точности изготовления.

Значительные успехи достигнуты в разработке эффективных методов определения остаточных напряжений. Так, разработан голографический метод измерений остаточных напряжений. В этом методе источником информации о напряженном состоянии служат интерференционные картины полос вокруг небольшого высверленного отверстия (радиусом 1 мм). При этом оси симметрии полученной интерференционной



картины являются направлениями главных напряжений, а порядки полос или их градиенты дают возможность выполнять количественную оценку напряжений. Для исследования остаточных напряжений в сварных конструкциях разработан переносной голографический прибор, позволяющий осуществлять измерения в лабораторных и производственных условиях без виброизоляции исследуемого объекта.

Голографическая интерферометрия предоставляет широкие возможности для неразрушающего контроля качества сварных соединений и диагностики сварных конструкций. Дефекты проявляются в виде локальных особенностей на интерференционных картинах полос. Выполненные эксперименты показали возможность использования разработанного в ИЭС голографического метода, основанного на применении портативных голографических устройств, для неразрушающего контроля качества сварных соединений непосредственно в условиях космоса.

Создание систем диагностики несущей способности сварных конструкций ракетно-космической техники как на стадиях их изготовления, так и эксплуатации приобретает все большее значение. Широкие возможности в этом отношении предоставляет метод акустической эмиссии. Разработаны специализированные методики и оборудование на основе использования эффекта акустической эмиссии, возникающей при деформировании и разрушении материалов. Так, для оценки качества изготовления сварных топливных баков в КБ «Южное» была создана система технической диагностики ИИС-2 с 64 акустическими каналами, которые могут про-

слушивать и анализировать деформирование материала баков и на ранних стадиях давать оценку процессам предразрушения. Эта система позволяет осуществлять локацию ослабленных зон и определять разрушающие давления на ранних стадиях нагружения.

Созданы не имеющие аналогов в мировой практике сварные оболочечные конструкции преобразуемого объема. Для преобразования наиболее эффективны конические поверхности. Тонкостенный конус, сваренный из лепестков, укладывается за счет изометрического преобразования поверхности в диск, толщина которого определяется размером гофров. Такие диски могут соединяться в пакет путем сварки по их внутреннему и наружному диаметрам. В заданный момент времени такая конструкция под действием сжатого воздуха быстро трансформируется в оболочечную конструкцию с объемами, увеличенными в десятки раз. Трансформируемые конструкции были использованы для создания обтекателей ракет. Они могут быть применены также для создания модулей, шлюзов, переходных отсеков, складов при строительстве и эксплуатации долговременных орбитальных станций.

В разработке уникальных сварных конструкций в ракетно-космическом комплексе огромная роль принадлежит Владимиру Федоровичу Уткину. Его всегда отличал оригинальный подход к их созданию, смелые инженерные решения. Мы дружно работали с Владимиром Федоровичем в бытность его Генеральным конструктором КБ «Южное» и всегда с признательностью вспоминаем это творческое сотрудничество.

**Б. Е. Патон**

Институт электросварки им. Е. О. Патона  
Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

## **ПРЕДИСЛОВИЕ К СБОРНИКУ НАУЧНЫХ ТРУДОВ «КОСМОС: ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, КОНСТРУКЦИИ»<sup>1</sup>**

В общей палитре интенсивно и успешно развивающихся теоретических и прикладных космических исследований все большее значение приобретают прогрессивные технологии обработки материалов, началом которых на заре космической эры (1969 г.) стал эксперимент по сварке и резке металлов с помощью аппаратуры «Вулкан». Проблемы скорейшей индустриализации космоса, о которой мечтал С. П. Королев, безусловно, должны решаться с учетом особенностей данной рабочей среды. Прежде всего это необходимо потому, что многие физические явления, протекающие на молекулярном уровне (поверхностное натяжение, адгезия, смачивание, капиллярное давление и др.), в условиях космоса проявляются более активно, чем на Земле.

Успешное осуществление на орбите таких сложных технологических процессов, как сварка, пайка, нанесение покрытий и др., связанных с жидким металлом, потребовали привлечения к исследованиям широкого круга специалистов (теоретиков и практиков), которые и заложили основы нового научного направления — космической технологии.

Одним из важных вопросов в области термической обработки материалов является правильный выбор способа их нагрева. В 1960-е годы, когда готовился первый космический технологический эксперимент, наиболее перспектив-

ным был признан способ прямого и косвенного электронно-лучевого нагрева. Благодаря его гибкости и энергетической эффективности с помощью одного и того же универсального оборудования последовательно на различных режимах можно выполнять в космосе разные технологические операции. Установка «Универсал», разработанная в 1991 г. и состоящая из четырех ручных электронно-лучевых инструментов, прошла успешные наземные испытания и готова к эксплуатации в составе будущих долговременных космических комплексов. Универсальность и перспективность использования электронного луча в космическом пространстве иллюстрируется также возможностью применения инжектированного потока ускоренных электронов для изучения магнитосферы Земли, что предсказано теоретически и подтверждено экспериментально. Использование электронно-лучевого нагрева для проведения на орбите ряда технологических операций не исключает, однако, применения других источников нагрева, например, лучистой энергии Солнца и др., что в некоторых случаях может себя оправдать. Создание на орбите долговременных орбитальных комплексов активизировало проведение систематических исследований по приоритетным направлениям космической технологии.

Наземной отработке экспериментов предшествуют проверка различных гипотез и теоретические разработки, в частности математическое моделирование различных процессов. Для решения

<sup>1</sup> Космос: технологии, материаловедение, конструкции: Сб. науч. тр. / Под ред. академика Б. Е. Патона. — К.: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2000. — 528 с.

прикладных задач космической технологии потребуются знания закономерностей поведения многофазных систем (твердое тело — жидкость, жидкость с твердыми и газовыми включениями и др.). Процессы, протекающие в таких многофазных системах, можно интенсифицировать, а также управлять ими с помощью внешних воздействий (вибрации, ультразвука и т. д.). Так, например, вибрационный эффект резонансного перемешивания жидких несмешивающихся сред и образования устойчивых периодических структур можно использовать при изготовлении уникальных материалов (пеноматериалов, композитов и др.), а эффект локализации и управляемого перемещения газовых пузырьков в колеблющихся средах — при дегазации жидкостей и жидких металлов. Теоретические разработки в области прогнозирования ресурса работы конструкционных материалов и их соединений при комплексном воздействии факторов космического пространства предполагается осуществлять при помощи физического моделирования на масштабных тонкостенных моделях, позволяющих изучать как поверхностные, так и объемные процессы деградации материалов с использованием относительно коротких экспозиций.

Увеличение ресурса работы космических объектов при длительной эксплуатации тесно связано с применением сварочных процессов на орбите для ремонта крупногабаритных конструкций, а также неразрушающего контроля металлических сооружений, в том числе и метода акустической эмиссии в труднодоступных местах.

Стремительное освоение космического пространства в начале 1970-х годов одновременно с возрастанием объемов работ и экспериментов в открытом космосе привело к радикальному изменению операторской деятельности, поскольку при осуществлении технологических процессов на орбите необходимо решать проблемы, связанные как со специфическими условиями космоса, так и с серьезной профессиональной подготовкой операторов. Умение выполнять четкие координированные двигательные операции в условиях невесомости и в снаряжении работать за бортом космического корабля должно стать основой квалифицированной подготовки операторов.

Проведению космических экспериментов обязательно предшествует их отработка на Земле в условиях, имитирующих космические (микрогравитация, вакуум, переменная освещенность, градиент температур, ультрафиолетовое излучение и т. п.). С этой целью на Земле используют различные средства (термо-, баро- и эхо-камеры, летающие лаборатории или «башни невесомости»), обеспечивающие кратковременную микрогравитацию; различного рода стенды, воспроизводящие определенные факторы космической среды и т. п. Несмотря на то что подобная отработка стоит дорого, она оправдывает себя, поскольку позволяет убедиться в реализуемости той или иной поставленной задачи, откорректировать методику проведения запланированного эксперимента или предусмотреть возникновение нештатной ситуации при его осуществлении в космосе.

Для наземной отработки ручных технологических операций в условиях, имитирующих космические, в ИЭС им. Е. О. Патона были созданы специальные стенды, которые эксплуатируются свыше 25 лет и стали незаменимыми при подготовке операторов, работающих со сложной технической аппаратурой, функционирующей за бортом космического объекта.

После тщательной наземной отработки и испытаний на летающей лаборатории, позволивших определить оптимальные технологические параметры установки «Вулкан», были проведены многочисленные технологические эксперименты на орбите, на основе которых разработано универсальное оборудование для проведения ремонтно-монтажных работ непосредственно на орбите, прошедшее успешные испытания в открытом космическом пространстве.

Многолетний опыт ИЭС им. Е. О. Патона по созданию и совершенствованию оборудования для осуществления технологических работ в космосе, которое удовлетворяет требованиям безопасной эксплуатации на космическом объекте, высокой надежности функционирования, совместимости с системами космического корабля и возможностями его экипажа, является залогом успешной разработки управляющего и информационного комплексов нового поколения,

предназначенных для эксплуатации на борту строящейся Международной космической станции.

Практика пилотируемых полетов на орбитальных станциях показала, что при длительной эксплуатации в открытом космосе поверхность космических летательных аппаратов претерпевает деградацию на глубину до 10 мкм, что отрицательно сказывается на функциональных (оптических, электрофизических, физико-механических и др.) свойствах конструкционных материалов. Поэтому нанесение покрытий различного назначения в условиях космического пространства является одной из наиболее важных практических проблем с точки зрения возможности проведения ремонтно-восстановительных работ непосредственно на орбите.

Начиная с 1979 г. ИЭС им. Е. О. Патона занимается разработкой специального оборудования для нанесения покрытий в космосе. За этот период на орбитальных станциях «Салют-7» и «Мир» успешно испытаны не только лабораторные стационарные установки «Испаритель», «Испаритель-М», «Янтарь», но и ручное универсальное оборудование. Исследования получаемых покрытий из чистых металлов (серебра, золота, меди) показали, что по функциональным свойствам (адгезия, внутренние остаточные напряжения, морфология, внутренняя структура, оптические и радиационные характеристики) они не уступают наземным аналогам и находятся на уровне требований промышленных отраслевых стандартов. Возможность получения различных покрытий в космосе, в частности из бинарных сплавов, открывает широкие перспективы их промышленного использования.

За годы существования пилотируемой космонавтики наибольшее количество технологических экспериментов на различных космических объектах было проведено в области космического материаловедения. И это не случайно. Благодаря отсутствию гравитации становится реальной возможность получения материалов с высокой «структурной чистотой», с заданным распределением примесей, а также осуществления бесконтейнерной технологии и др.

Многоцелевое использование космоса при реализации научно-исследовательских про-

грамм вызвало необходимость существенного увеличения габаритов космических объектов, развития их инфраструктуры в процессе эксплуатации. Так, в конструкции ныне существующей станции «Мир» обращает внимание обилие всевозможных надстроек и ферменных сооружений различного назначения на ее внешней поверхности. Кроме того, на борт станции «Мир» в течение 15 лет ее существования было доставлено большое количество крупногабаритных конструкций или их элементов и узлов с целью дооснащения служебных систем станции и экспериментальной отработки перспективных изделий или методик их строительства непосредственно на орбите.

Привлекательной технологией при монтаже элементов ферменных конструкций является пайка. Поэтому вопросы, связанные с этой технологией, постоянно находятся в поле зрения специалистов, начиная от теоретических расчетов параметров процесса и наземной отработки в барокамере до испытаний паяных соединений в открытом космосе. При решении вопросов сооружения протяженных крупногабаритных конструкций необходимо учитывать специфику их эксплуатации в космосе: высокую стоимость доставки на орбиту, ограничения по массе конструкции, ресурс работы, простоту сборки и ремонтпригодность в процессе эксплуатации. Предложено несколько основных принципов сооружения крупногабаритных конструкций в космосе.

Одним из наиболее перспективных направлений еще в 1970-е годы считалось создание различного рода трансформируемых (преобразуемых) конструкций, в том числе и герметичных, позволяющих создавать на орбите модули, склады, шлюзовые отсеки, антенны и т. п. Был разработан ряд интересных подходов к изготовлению удобных легкотранспортируемых конструкций (металлических трансформируемых оболочек). Примером разработки может служить преобразуемая конструкция шлюзового отсека орбитальной станции.

Другим направлением исследований, которые ведутся и сегодня, является создание разворачиваемых рамочных конструкций, позволяющих раскрывать на орбите крупные антенные соору-

жения, монтировать «энергетические поля» и т. п. Создание конструкций подобного типа и связанные с этим вопросы их жесткости, динамической устойчивости потребовали проведения не только теоретических расчетов, но и большого объема наземных и натурных испытаний.

Уходит XX век — эпоха великих открытий и свершений. И одним из величайших его достижений является прорыв человека за пределы Земли в бесконечные просторы космоса. Оценивая пройденный путь, можно констатировать, что достигнуты значительные успехи. Полеты в космос, утратив былую сенсационность, переместились в сферу обыденной плановой деятельности. Однако многое еще предстоит сделать.

Пытаясь заглянуть в будущее, можно предположить, что научно-технический прогресс, как, впрочем, и начавшаяся уже глобальная информационная революция, будут тесно связаны с дальнейшим освоением космоса. В этом контексте особая, пожалуй даже первоочередная, роль принадлежит новейшим прогрессивным технологиям обработки и получения материалов в космосе, био- и агротехнологиям и др., приоритетное значение которых подтверждается все возрастающими темпами их развития. Приближается день, когда на околоземных орбитах будут развернуты крупномасштабные производства, имеющие жизненно важное значение для человечества.



Академик Б. Е. ПАТОН

## 25 лет СВАРКЕ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ<sup>1</sup>

25 июля 1984 г. летчиками-космонавтами СССР Светланой Савицкой и Владимиром Джанибековым впервые в мире в открытом космосе были проведены эксперименты по сварке, резке, пайке и нанесению покрытий. Успешное выполнение уникальных экспериментов в условиях космического пространства показало возможность эффективной деятельности космонавтов при выполнении сложных работ по сварке и родственным технологиям на борту пилотируемого орбитального комплекса в открытом космосе и свидетельствует о высоком совершенстве сварочной аппаратуры, созданной многолетней напряженной работой большого коллектива ученых и инженеров Института электросварки им. Е. О. Патона в тесном сотрудничестве с Центром подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина.

Создатель практической космонавтики, выдающийся конструктор советских космических систем Сергей Павлович Королев еще в начале 1960-х годов предвидел необходимость проведения в космосе работ, связанных со сваркой, и всячески поддерживал исследования по сварке и резке в космосе. В 1964 г. С. П. Королевым была поставлена задача — разработать программу экспериментов по сварке в космических условиях и план совместных работ между ОКБ-1 (в настоящее время Ракетно-космическая корпорация «Энергия») и Институтом электросварки им. Е. О. Патона АН УССР. Так, в институте начала осуществляться программа научных исследований, конечной целью которой было со-

здание аппаратуры и технологий для соединения материалов в космосе с помощью сварки. 16 октября 1969 г. в ходе полета космического корабля «Союз-6» летчики-космонавты Г. Шонин и В. Кубасов впервые в мировой практике осуществили сварку и резку металлов в космосе на универсальной автоматизированной установке «Вулкан». Этот эксперимент, который положил начало эры космической технологии, показал, что наиболее перспективным источником энергии для выполнения операций по сварке и родственным технологиям в открытом космосе является электронный луч. Впоследствии большую поддержку в проведении космических экспериментов по сварке и родственным технологиям оказывал Главный конструктор ракетно-космической техники В. П. Глушко, длительное время возглавлявший РКК «Энергия».

Программы освоения космического пространства, осуществляемые в настоящее время и планируемые на будущее, предусматривают создание крупногабаритных космических объектов в космосе и на Луне. Естественно, что эксплуатация таких сооружений в течение длительного времени потребует систематического проведения профилактического обслуживания, а также ремонтно-восстановительных и монтажных работ как внутри герметичных отсеков, так и снаружи. Одним из наиболее перспективных, на наш взгляд, технологических процессов для этих целей является сварка. При работе в открытом космосе могут возникнуть самые неожиданные ситуации, требующие применения сварки и родственных технологий, причем зачастую вид и

<sup>1</sup> Патон Б. Е. 25 лет сварке в открытом космосе // Автоматическая сварка. — 2009. — № 7. — С. 3—7.

объем операций должен будет определяться космонавтом непосредственно на месте. Космонавтам придется работать на разных участках космического аппарата и иметь дело с различными конструкционными материалами.

Для этих целей в Институте электросварки им. Е. О. Патона и был создан универсальный электронно-лучевой ручной инструмент (УРИ) (рис. 1). В связи с уникальностью эксперимента до его осуществления в открытом космосе был выполнен большой комплекс наземных испытаний в обитаемой барокамере, в условиях кратковременной невесомости на самолете-лаборатории и в гидроневесомости (рис. 2). Испытание УРИ в условиях открытого космоса было проведено на борту орбитальной станции «Салют-7». После разгерметизации переходного отсека и открытия люка В. Джанибеков вынес УРИ на внешнюю поверхность станции и установил его на поручни якорной площадки. С. Савицкая, находясь в переходном отсеке, помогала командиру в транспортировке УРИ. Затем космонавты поменялись местами. Закрепившись на якорной площадке, С. Е. Савицкая приступила к выполнению эксперимента. Она разрешила образец из

титана, после чего, последовательно заменяя образцы, выполнила сварку, пайку и напыление. В это время В. А. Джанибеков вел телерепортаж и фотосъемку отдельных элементов работы бортинженера. После завершения первого этапа работы космонавты вновь поменялись местами, и В. А. Джанибеков выполнил все операции на остальных образцах. Большую помощь и поддержку непосредственным исполнителям, находящимся за бортом, оказывал космонавт-исследователь И. Волк. После завершения экспериментов УРИ был доставлен на станцию. Эксперимент в открытом космосе продолжался 3 ч 35 мин. Для выполнения технологических экспериментов в открытом космосе с помощью УРИ по сварке, резке и пайке использовали образцы нержавеющей стали и титанового сплава толщиной 0.5...1 мм, а для нанесения серебряных покрытий — алюминиевые образцы. Сварные образцы, полученные в космосе и доставленные на Землю (рис. 3), были всесторонне исследованы. Результаты проведенных исследований показывают, что структура и свойства сварных соединений, выполненных вручную электронным лучом в открытом космосе и на Земле — близки. Име-



**Савицкая Светлана Евгеньевна** — российский летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза. Родилась 8 августа 1948 г. в Москве. Окончила Московский авиационный институт и Центральную летно-техническую школу ДОСААФ СССР. В 1980 г. была принята в отряд космонавтов. Первый космический полет С. Е. Савиц-

кая совершила в 1982 г. 25 июля 1984 г. впервые в мире осуществила выход в открытый космос, пробыв вне космического корабля 3 ч 35 мин, во время которого вместе с В. А. Джанибековым ею были выполнены эксперименты по сварке и родственными технологиям. В 1986 г. защитила кандидатскую диссертацию. До 1989 г. С. Е. Савицкая работала заместителем начальника отдела НПО «Энергия». В 1992—1995 гг. — она доцент Московского государственного авиационного института. С 1995 г. — депутат Государственной Думы РФ.



**Джанибеков Владимир Александрович** — российский летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза. Родился 13 мая 1942 г. в поселке Искандар Ташкентской области Республики Узбекистан. В 1965 г. окончил Ейское высшее авиационное училище летчиков и служил летчиком-инструктором в ВВС СССР. С 1970 г. —

в отряде космонавтов. Совершил 5 космических полетов, в том числе международных, в качестве командира корабля. Первый космический полет осуществил в 1981 г. В 1984 г. во время четвертого полета совместно с бортинженером С. Е. Савицкой провел эксперимент по сварке в открытом космосе. С 1985 до 1988 гг. он — командир отряда космонавтов, а с 1988 г. — начальник Управления теоретической и научно-исследовательской подготовки Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина. С 1997 г. находится в запасе.

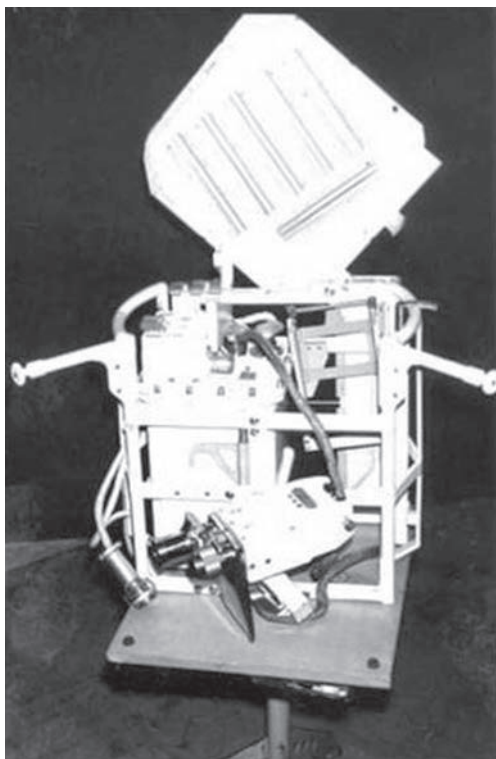


Рис. 1. Универсальный ручной инструмент (УРИ)

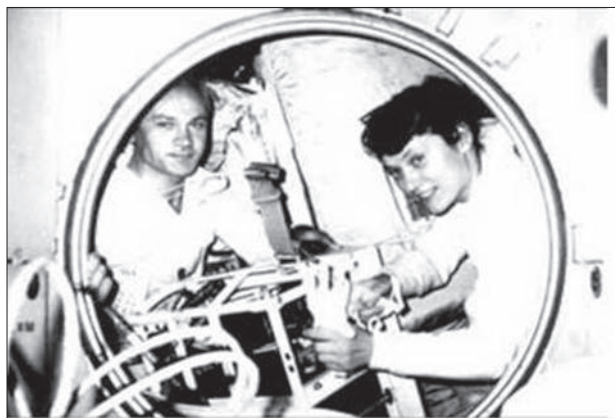


Рис. 2. Летчики-космонавты СССР С. Е. Савицкая и В. А. Джанибеков на предполетных испытаниях сварочного инструмента

ющиеся незначительные отличия, не влияющие на качество сварных соединений «космических» образцов, видимо, можно объяснить особенностями космической среды и условиями теплоотвода.

Перед возвращением на Землю космонавты демонтировали с планшетов образцы, которые впоследствии были переданы в ИЭС для прове-

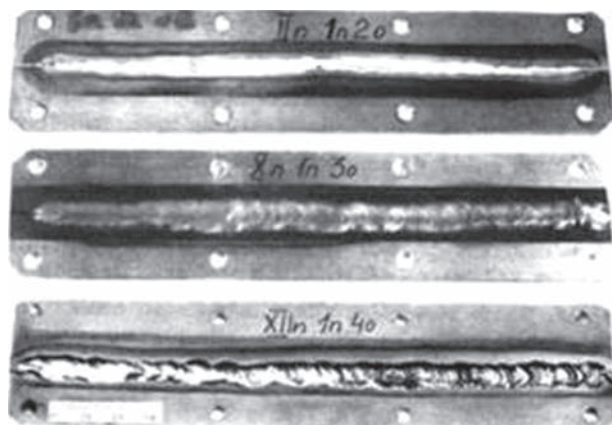


Рис. 3. Образцы стыковых соединений, выполненные в космосе с использованием аппаратуры УРИ

дения исследований. Космонавты С. Савицкая и В. Джанибеков проявили подлинный героизм, взяв на себя роль первопроходцев в этих основополагающих космических экспериментах. Они буквально сломали лед недоверия у скептиков, сомневающихся в самой возможности использования в космосе сварочных технологий. Их подвиг навсегда вошел в историю развития сварочной науки и техники.

Десятки людей — конструкторы, технологи, рабочие-сборщики аппаратуры, испытатели, космонавты — своим поистине самоотверженным трудом способствовали проведению этого уникального эксперимента. К сожалению, небольшой объем журнальной статьи не позволяет отметить вклад каждого участника в создание и испытание рабочего инструмента — электронно-лучевой пушки, систем электропитания и управления, а также рабочего места космонавта, без которого невозможно было осуществление процесса сварки в открытом космосе. Однако я не могу не сказать о двух сотрудниках ИЭС им. Е. О. Патона, внесших огромный вклад в создание УРИ.

Это В. Ф. Лапчинский и А. А. Загребельный. Благодаря их огромным усилиям во многом стало возможным как создание УРИ, так и проведение экспериментов героями-космонавтами. Активное участие в их проведении наряду с инженерами-испытателями принимали члены основного и дублирующих экипажей В. Джанибеков,



С. Савицкая, В. Васютин и Е. Иванова. Ознакомившись с целями эксперимента и оборудованием, они наблюдали за работой испытателей, участвовали в обсуждении и анализе ее результатов, после чего приступили к тренировкам, во время которых овладели приемами и навыками ручной сварки, научившись управлять поведением ванны расплавленного металла. Основное внимание при проведении эксперимента уделялось выяснению работоспособности аппаратуры и действиям операторов при выполнении сварочных и других работ в открытом космосе.

Эксперимент показал, что компактные универсальные инструменты типа УРИ позволят космонавтам проводить работы, связанные с ремонтом или монтажом на внешней поверхности космического объекта с обеспечением необходимого качества сварных соединений. При создании УРИ особое внимание было уделено технике безопасности при проведении работ. Этот вопрос особенно тщательно прорабатывался при проведении многочисленных испытаний, так как нарушение техники безопасности при работе с электронным лучом могло привести к непоправимым последствиям, связанным с жизнью экипажа и функционированием станции. В результате проведенной многоплановой работы была решена задача по обеспечению безопасности экипажа и корабля за счет специальных конструктивных решений самого инструмента и организации рабочего места космонавта. В частности, для исключения воздействия на оператора-сварщика рентгеновского излучения при работе электронно-лучевой пушки использовалось ускоряющее напряжение 5 кВ. Малогабаритный высоковольтный блок, входящий непосредственно в состав ручного инструмента, позволил избавиться от высоковольтного кабеля, являющегося источником повышенной опасности. Для повышения уровня безопасности космонавта-оператора и защиты космического корабля от случайного попадания на его обшивку луча в ручном инструменте использовалась короткофокусная электронно-лучевая пушка. Кроме того, при проведении эксперимента аппаратура на внешней поверхности станции устанавливалась так, что при выполнении сварочных опера-



С. Е. Савицкая, Б. Е. Патон, В. Л. Джанибеков после завершения полетного эксперимента

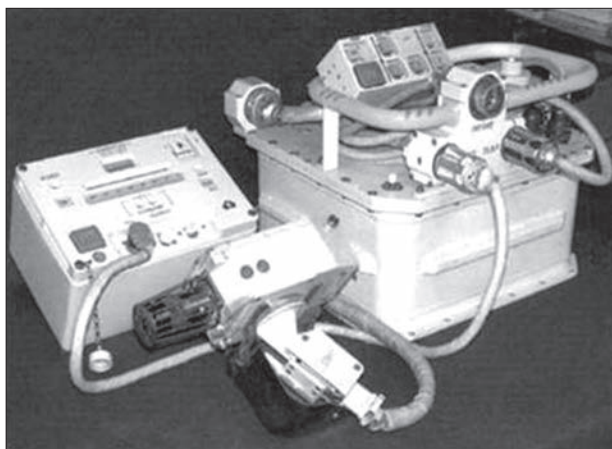


Рис. 4. Комплект оборудования для ручной электронно-лучевой сварки «Универсал»

ций пушка направлялась от борта станции в сторону открытого космоса. Большой вклад в организацию, подготовку и проведение эксперимента по ручной электронно-лучевой сварке в космосе внесли сотрудники НПО «Энергия» во главе с начальником лаборатории В. П. Никитским.

В 1986 г. был продолжен план испытаний УРИ. Космонавтами В. Соловьевым и Л. Кизимом с его помощью была проведена ручная электронно-лучевая сварка и пайка узлов и фрагментов перспективных ферменных конструкций на внешней поверхности станции, что позволило сделать еще один значительный шаг вперед от проведения экспериментов на образцах до сварки элементов и узлов реальных конструкций.

В результате проведенных на борту станции работ с использованием УРИ выяснилась необходимость модификации инструмента, и, в первую очередь, повышения его выходной мощности.

Для решения этих задач было создано новое поколение универсального ручного инструмента — аппаратура «Универсал» (рис. 4). В этой аппаратуре значительно (более чем в два раза) была увеличена выходная мощность. Комплекс «Универсал» прошел всесторонние наземные испытания и был рекомендован для использования в составе перспективных орбитальных станций, в частности, в качестве штатной системы орбитальной станции «Мир».

В начале 1990-х годов Национальное космическое агентство США (НАСА), учитывая достижения Института электросварки им. Е. О. Патона в области сварки в космосе, обратилось с предложением провести совместный эксперимент по сварке и родственным технологиям на борту космического челнока «Колумбия».

Выполнение международного эксперимента по сварке в космосе было намечено на конец 1997 г., однако в связи с рядом серьезных неполадок на борту корабля он не состоялся. Этот эксперимент также готовился для проведения на станции «Мир». После проведения квалификационных испытаний аппаратура «Универсал» была доставлена на борт станции, но, к сожалению, эксперимент не был проведен из-за ее ликвидации. Полагаем, что проведение намеченных экспериментов будет полезно для будущего развития космических технологий.

В последние годы в ИЭС им. Е. О. Патона разрабатывается новое поколение оборудования для проведения сварки и родственных технологий в открытом космосе. Для того чтобы охватить всю номенклатуру толщин различных материалов, которые применяются для создания космических летательных аппаратов, в том числе пилотируемых орбитальных станций, необхо-

димо повысить мощность сварочной аппаратуры, создать новый специализированный источник питания и новую конструкцию электронно-лучевой пушки. Оборудование разрабатывается таким образом, чтобы с помощью создаваемой аппаратуры можно было осуществлять не только ручные, но и механизированные виды работ с помощью робототехники и других автоматизированных устройств. Интенсивное развитие современной техники и технологии реально расширяет технологические возможности выполнения сварочных операций в условиях космоса. В частности, весьма перспективным представляется использование современных волоконных лазеров, имеющих довольно высокий КПД. В этом случае возможна доставка луча к инструменту для выполнения сварки по оптическому световоду на многие метры.

Космические корабли и станции, а также инфраструктура экспедиционных поселений на поверхности Луны, рассчитанные на длительную эксплуатацию в условиях космоса, должны быть оснащены комплектами сварочной аппаратуры, позволяющими выполнять монтажные и ремонтные работы при строительстве и эксплуатации объектов, а экипажи кораблей и экспедиций должны быть обучены основам сварочных технологий и иметь практические навыки выполнения указанных работ.

Мы убеждены, что сварке и родственным технологиям предстоит в дальнейшем сыграть значительную роль в освоении космоса. Электронно-лучевые технологии, опробованные в открытом космосе, могут найти применение в различных физических экспериментах, а затем и в производстве уникальных полупроводниковых материалов. Это позволит перейти от опытов с электронным лучом на орбитальных станциях к строительству лунных поселений и осуществлению различных производств на Луне еще в первой половине XXI в.



**Б. Е. ПАТОН**

## **ВЫСТУПЛЕНИЯ НА ТОРЖЕСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ, ПОСВЯЩЕННЫХ 100-летию СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ С. П. КОРОЛЕВА**

**Выступление Б. Е. Патона  
на торжественном заседании, посвященном  
100-летию со дня рождения С. П. Королева**

Дорогая Наталья Сергеевна!  
Дорогие члены семьи Королевых!

Дорогие космонавты! Сегодня вместе с Натальей Сергеевной приехали всеми нами почитаемые дважды Герои Советского Союза, космонавты СССР Павел Романович Попович и Александр Павлович Александров. Приветствуем их!

Приехал также заместитель генерального конструктора РКК «Энергия» — организации, основоположником которой был незабвенный Сергей Павлович. Это Владимир Николаевич Бранец.

Мы, от имени Национальной академии наук Украины, горячо приветствуем и горячо поздравляем всех — не только семью, прежде всего, конечно, семью, но поздравляем всех и, буду нахалом, скажу — поздравляем все человечество с тем, что мы имеем такого гениального, такого великого человека, творца, гражданина, ученого (и почему-то ученого отделяют от конструктора, я этого не делал) — ученого. Вместе с тем — и конструктора.

Дорогие друзья! Сергей Павлович знал Академию наук Украины, работал со многими институтами и Киева, и Харькова и очень ценил то, что у нас установилось такое сотрудничество.

Вот вы посмотрите, как интересно. Сегодня утром мы были вместе с Юрием Сергеевичем Алексеевым, Эдуардом Ивановичем Кузнецовым от Национального космического агентства Украины, в Президиуме Академии наук и



Выступление Б. Е. Патона на торжественном собрании в НТУ Украины «Киевский политехнический институт», посвященном 100-летию со дня рождения С. П. Королева

попали в конце концов в Центральный природоведческий музей. А там, переходя от древних времен, когда жили мамонты, показали малень-



Встреча Б. Е. Патона с дочерью С. П. Королева Натальей Королевой

кого мамонтенка семье Сергея Павловича, Наталье Сергеевне, нам всем, и показали жилище, вигвам, построенный из костей мамонтов, в котором жили древние. И вот от этого мы переносимся сейчас к великой эпохе космоса, творцом которой несомненно был Сергей Павлович. На мой взгляд, это очень символично.

Дорогие друзья!

Я вам хочу сказать, что Сергей Павлович очень неординарная личность, замечательный человек и, вместе с тем, это человек, обладающий чувством огромной ответственности. Вот он был избран академиком Всесоюзной академии наук. По уставу этой Академии и сегодняшнему уставу Российской академии, сегодняшнему уставу Национальной академии наук Украины нужно каждый год каждому члену Академии сдавать годовой отчет о своей деятельности. Так вот я свидетель того, что Сергей Павлович, невзирая на то, что он был закрытым-презакрытым человеком, писал от руки сам эти годовые отчеты, причем, между нами говоря, я не знаю, что потом с ними сделал Президиум Академии наук СССР, я знаю, что сделал Президиум Академии наук Украины.

Так вот, Сергей Павлович, при всей своей занятости, обязательно участвовал в годичных так называемых общих собраниях Академии наук СССР. Я очень счастлив, что мне довелось с ним

там встречаться и в президиуме Академии, который проходил в Московском доме ученых на Кропоткинской улице, я подбирался к Сергею Павловичу и разговаривал с ним. Однажды был такой разговор: «Сергей Павлович, расскажите, что нужно было бы прочесть для того, чтобы понять все величие космоса, всего того, что вы делаете». Он посмотрел на меня и сказал: «Ну, Циолковского, конечно. А вообще, почитайте Стругацких». Я поблагодарил. Я вам скажу — в этом тоже черта Сергея Павловича.

Вы знаете, Сергей Павлович был влюблен в свое дело. В этом нет никаких сомнений. Он отдавал всего себя, всю свою энергию этому любимому делу, действительно всю свою жизнь.

Я был у него на «предприятии», будем так говорить, и он, невзирая опять-таки на всю свою занятость, пошел вместе со мной, ну, скажем, в «цех», хотя это лаборатория самого высшего класса, и он показал мне начало создания корабля «Союз». Мы посидели там и тут же у Сергея Павловича возникли мысли о том, что нужно сделать для улучшения качества этого корабля.

А мне очень хотелось, чтобы сварка нашла свое применение в космосе и в открытом космосе.

Был я у Сергея Павловича, а надо вам сказать, что Сергей Павлович работал в маленьком кабинете рядом с большим кабинетом, в котором он работал в частности с Советом главных конструкторов, которые занимались космосом. Это был человек, обладавший огромными знаниями, огромной волей и умевший подчинить своей воле людей во имя большого нужного дела. И все беспрекословно ему подчинялись.

Так вот когда мы перешли в разговоре к сварке, Сергей Павлович начал мечтать. Он говорил, по Циолковскому: «Вот отработала первая ступень, вторая ступень ракеты — мы их используем и с помощью сварки создадим оранжею, в которой будут выращивать необходимые продукты для тех, кто будет осваивать космос», он мечтал уже об этом.

Вот такой Сергей Павлович! Наряду с грандиозными государственными задачами он был мечтателем.

12 апреля 1961 г., когда Юрий Алексеевич Гагарин полетел в космос, я был в Соединенных Штатах Америки, и тогда в газетах Нью-Йорка появилось вдруг сообщение о том, что эти большевики забросили потомка знаменитых князей Гагариных куда-то в безвоздушное пространство, поскольку он им очень надоед.

Я бы мог многое еще вам рассказать о жизни Сергея Павловича, мне кажется — эта жизнь, хоть и очень короткая, к величайшему сожалению, но невероятно яркая, невероятно плодотворная, жизнь, которой можно завидовать.

В книге, написанной Натальей Сергеевной, говорится о том, что Нобелевский комитет (после того, что совершил Сергей Павлович со своим коллективом, а именно: запуск искусственного спутника Земли (1957 год), полет человека в космос (1961 год), безусловно достоин Нобелевской премии) попросил правительство, руководство Советского союза назвать фамилию этого человека. А Никита Сергеевич не назвал, сказал — это сделал весь советский народ и коммунистическая партия. Поэтому так и не стал Сергей Павлович лауреатом Нобелевской премии.

Но, я думаю, что это не так и страшно, потому что все то, что сделал незабвенный, великий, повторяю еще раз, гениальный человек Сергей Павлович Королев, это достойно значительно более высокой награды — вечной памяти человечества.

И наконец, я хочу сказать несколько слов о замечательной семье Сергея Павловича. Прежде всего сказать о его маме — Марии Николаевне. Это была замечательная женщина — очень умная, очень интеллигентная, которая любила бесконечно Сергея Павловича, и когда он попал в беду — добывал золотишко, а потом работал в шараге у Андрея Николаевича Туполева, то Мария Николаевна сделала очень много для того, чтобы освободить Сергея Павловича, для того, чтобы дать ему возможность работать над любимым делом. Значительная доля ее заслуг в том, что это свершилось, и Сергей Павлович получил возможность работать и творить.

Наталья Сергеевна — это тоже герой-подвижник. Когда я посмотрел на три тома, а сейчас вы-

шло три тома нового собрания, будем говорить, сочинений Натальи Сергеевны, хотя там очень много фактического материала. Ведь для того, чтобы все это собрать, ей пришлось проехать по всем дорогам и путям, которыми двигался Сергей Павлович, и перевернуть гору архивного материала. Это могла сделать только героическая женщина. Поэтому я считаю, что наряду с космонавтами надо и Наталию Сергеевну сделать Героем России.

Дорогие друзья, я вас задержал. Спасибо вам. Я хочу низко поклониться замечательному мудрейшему человеку — Сергею Павловичу Королеву, памятник которому открыт сегодня в славном Киевском политехническом институте.

Спасибо!

18.01.2007 г.

#### **Выступление Б. Е. Патона на торжественном собрании**

Дорогие участники торжественного собрания!

Сергей Павлович Королев, 100-летие со дня рождения которого сегодня мы отмечаем, оставил яркий неповторимый след на Земле. И годы, которые все больше и больше отделяют современников от него, все глубже и четче подчеркивают величие результатов работы Творца, Ученого и Гражданина. Все свои силы академик С. П. Королев посвятил развитию ракетной техники, осуществляя мечты Циолковского о космических полетах. Вся жизнь Сергея Павловича — это непрерывное творчество, это научный поиск идей и инженерных решений.

Отличная инженерная подготовка, начало которой было заложено здесь в этих стенах, научная прозорливость, необычайная смелость и решительность при решении архисложных проблем, неукротимая энергия, уникальная способность полной преданности и самоотверженности в работе, чрезвычайное умение организовать и повести за собой коллектив — вот те главные качества, которые позволили С. П. Королеву стать выдающимся ученым и инженером 20-го столетия, одним из основоположников ракетно-космической области в деятельности человечества.





Выступление Б. Е. Патона на митинге, посвященном открытию памятника С. П. Королеву на территории НТУ Украины «КПИ» 18 января 2007 г. Слева — Н. С. Королева



Памятник С. П. Королеву на территории НТУ Украины «КПИ», г. Киев

20-й век характеризуется бурным развитием науки и техники. И именно благодаря С. П. Королеву были вписаны в его историю две выдающиеся даты: 1957 год — выведение на орбиту Земли первого искусственного спутника и 1961 год — первый полет человека в Космос, которые начали отсчет новой космической эры.

Высокоинтеллектуальный, всесторонне одаренный человек, Сергей Павлович создал свои ракеты-носители исходя не только из соображений практичности, но и ориентировался при этом на законы красоты и эстетические критерии. А решительность и мужество инженера-конструктора и ученого органично объединились в нем с

обостренным чувством справедливости и благородным гражданским мужеством.

Уже почти 40 лет нет с нами Сергея Павловича. Много кардинальных изменений произошло с нашими государствами. Но творческие идеи С. П. Королева продолжают плодоносить. Вся яркая жизнь Сергея Павловича Королева является безусловным примером самоотверженного, честного и ответственного исполнения своего профессионального и общественного долга перед Родиной, перед человечеством.

Спасибо за внимание.

#### **Выступление Б. Е. Патона на открытии памятника С. П. Королеву**

Дорогая Наталья Сергеевна!  
Дорогая многочисленная семья Королевых!  
Дорогие друзья, коллеги!

Я хочу искренне от всей души поздравить Наталью Сергеевну, поздравить, повторяю, многочисленную семью, поздравить всех нас с тем, что мы празднуем такой замечательный юбилей — 100 лет со дня рождения безусловно выдающегося, гениального человека, творца, человека, который, без преувеличения, создал космонавтику.

Вы знаете, ведь Сергей Павлович за свою короткую жизнь сделал так много, что трудно даже себе представить, что один человек может так много сделать. И вместе с тем, надо сказать, что не было бы Королева — не было бы многого из

того, что сделано в космосе, в ракетостроении, в пилотируемом космосе. Давайте вспомним о том, что сегодня у нас пилотируемый космос очень и очень слаб.

Заслуги Сергея Павловича огромны, во время своей жизни он не был известен. Некоторые журналисты называли его Константином Сергеевым, профессором, и статьи печатали под этим псевдонимом. Почему? Потому что имя Королева нельзя было нигде произнести. Он назывался «Главный конструктор», а Мстислав Всеволодович Келдыш, который вместе с ним работал по космосу, назывался «Главный теоретик космоса».

Но сегодня мы можем, и обязаны сказать, что мы глубоко почитаем, уважаем, любим и преклоняемся перед замечательным человеком — Сергеем Павловичем.

Сегодня открывается памятник, открыт уже, на территории прославленного Киевского политехнического института, и мы все рады, что Сергей Павлович первые два года своей жизни в Киеве провел в стенах этого института и, как сказал Михаил Захарович Згуровский, уже тут много сделал, перенял знания у выдающихся профессоров.

Давайте поклонимся Сергею Павловичу, воздадим ему должное и будем достойны того, чтобы хоть чуточку быть похожими на Сергея Павловича.

Спасибо.

18.01.2007 г.



# **З архіву наукових праць про внесок В. Є. Патона у розвиток космічних технологій**

---

*У житті та діяльності Б. Є. Патона  
особливе важливе місце займала творча атмосфера у сім'ї,  
взаємна повага та взаєморозуміння.  
Старший брат Бориса Євгеновича —  
Володимир Євгенович Патон — унікальна особистість  
та талановитий творець оригінальних конструкцій  
зварювальних агрегатів.*

## **В. В. Стесин**

Институт электросварки им. Е. О. Патона  
Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

## **В. Е. ПАТОН В РАБОТАХ ПО КОСМИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ**

Среди специалистов-сварщиков Владимир Евгеньевич Патон знаменит прежде всего как создатель оригинальных конструкций универсальных сварочных автоматов общепромышленного назначения. Он является одним из основоположников украинской школы конструирования сварочной аппаратуры. Меньше знают о созданных ученым многочисленных специальных сварочных автоматах для различных отраслей промышленности (строительство, судостроение, приборостроение и т. д.). И почти ничего не известно общественности о том вкладе, который внес В. Е. Патон в создание аппаратуры для космических технологий и исследования космоса.

Работы по сварке в космосе, начатые в Институте электросварки осенью 1964 года по инициативе Б. Е. Патона и С. П. Королева, затем в течение 15—20 лет развернулись в широкую программу исследований в области космических технологий, физики невесомости, материаловедения, строительства металлоконструкций и даже астрофизики. Необходимая исследовательская и технологическая аппаратура проектировалась в ОКТБ ИЭС им. Е. О. Патона, а изготавливалась преимущественно силами Опытного завода сварочного оборудования при активном участии лабораторий Института электросварки. Во всех работах по созданию аппаратуры для сварки в космосе и космических технологий В. Е. Патон активно участвовал с первых дней, причем одновременно в нескольких качествах: и как творец-конструктор, и как

перспективно мыслящий аналитик, и как организатор работ, и как мудрый воспитатель молодых коллег.

Коллектив для работ в области космической сварки был сформирован дирекциями Института и ОКТБ по принципу «молодежной сборной команды» в основном из сотрудников «комсомольского возраста», творчески и инициативно трудившихся до этого по своей тематике в различных отделах. Конструкторскую группу формировал лично В. Е. Патон, совмещавший в ту пору должности заместителя начальника ОКТБ и руководителя отдела сварочной аппаратуры.

Первым шагом нового коллектива явилось создание в кратчайшие сроки уникального высоковакуумного стенда А1084, предназначенного для работы на борту самолета-лаборатории ТУ-104 ЛЛ, выполняющего полеты в режиме кратковременной невесомости [1]. Совместная работа с физиками, авиастроителями, а позже — специалистами по космической технике — потребовала большого объема новых знаний. Стал ощутимым также недостаток у молодёжи профессионального конструкторского опыта. Некоторые вопросы вообще возникали впервые и не были освещены в технической литературе. В такой ситуации чрезвычайно важно было сохранить у молодых коллег уверенность в своих силах, помочь им стать равноправными участниками сложного творческого процесса, подсказать решения профессиональных конструкторских задач и защитить от возможных необоснованных нападков.

С этой ролью превосходно справился В. Е. Патон. Трудности приобретения новых знаний и освоения

<sup>1</sup> 3-е издание «Коллега» (ДКТБ Институту електрозварювання ім. Є. О. Патона).

новой информации он оставил молодым коллегам, а сам аккумулировал в концентрированном виде приобретенные ими знания, лично участвовал в решении конкретных конструкторских задач.

Летом 1965 года на аэродроме «Раменское» под Москвой были выполнены 18 полётов (всего 90 режимов невесомости длительностью по 25—30 секунд) самолета-лаборатории, оборудованного двумя новыми стендами А1084. Обслуживали стенды в полете сотрудники ИЭС и ОКТБ, прошедшие специальную подготовку по программе инженеров-испытателей авиационной техники. Впервые в мире в условиях, имитирующих космические, были проведены эксперименты по осуществлению физических процессов сварки плавлением с переносом и без переноса жидкого металла, а также термическая резка и контактная сварка. Тем самым была доказана принципиальная возможность сварки металлоконструкций в космосе, получены образцы нержавеющей стали, титана и алюминия, сваренные в автоматическом режиме электронным лучом, дуговой и плазменной сваркой. Отчет о результатах экспериментов был опубликован только через несколько лет.

По результатам экспериментов на летающей лаборатории в ИЭС и ОКТБ началась разработка автономной аппаратуры А1092 для пробной сварки металлов во время реального космического полета, которая получила впоследствии наименование «Вулкан».

На «Вулкан» в полной мере распространялись требования, предъявляемые к бортовой аппаратуре по весовым характеристикам, климатике и надежности. Но больше всего опасений вызывала безопасность экипажа и корабля. Еще не было случаев присутствия на летающем объекте жидкого металла и функционирования высокотемпературных источников нагрева с потенциально высокой поражающей способностью. Соответственно отсутствовали методики конструирования и испытания такой аппаратуры и средств защиты. В работе над «Вулканом» неоценимым оказался талант В. Е. Патона находить остроумные решения конструкторских вопросов, опыт и здравый смысл в планировании и разработке методик испытательных работ.

Эксперимент с аппаратурой «Вулкан» по сварке и резке металлов на орбите, выполненный в октяб-

ре 1969 г. экипажем корабля «Союз-6» (В. Кубасов, Г. Шонин), явился полной неожиданностью для мировой научной общественности. Американцам удалось не в полном объеме (только электроннолучевая сварка) повторить его несколькими годами позже. Несмотря на частичный успех, эксперимент с «Вулканом» окончательно подтвердил возможность плавления и сварки металлов в космосе. Минимум необходимого опыта разработок аппаратуры был накоплен, требовался его анализ. Возник также закономерный вопрос о направлениях дальнейших работ.

В начале 70-х годов в СССР временно затормозилось развитие пилотируемой космонавтики, и появилось время для лабораторных исследований. В невесомости на самолете-лаборатории и на Земле в больших термобарокамерах были проведены несколько серий экспериментов: по исследованию поведения расплавов; материаловедению; нанесению металлических покрытий методом термического испарения; эргономике человека в скафандре; ручной дуговой и электроннолучевой сварке.

Одновременно под руководством В. Е. Патона, по заказу астрофизиков, на базе сварочной аппаратуры была разработана аппаратура для электроннолучевого зондирования околоземного космического пространства с борта баллистических ракет, (эксперименты «Зарница», 1973—1975 гг., полигон «Капустин Яр», ракета МР-12; эксперименты «Араке», 1975 г., остров Кергелен, Франция — пос. Согра, СССР, ракета «Эридан»).

Накопленный опыт конструирования и раздумья о путях развития сварки в космосе отражены в совместных с коллегами публикациях, посвященных принципам конструирования оборудования [2] и перспективам ремонтной сварки на орбите [3].

Эрудиция и широкий инженерный кругозор позволяли В. Е. Патону проводить смелые параллели между различными отраслями техники, например, сварка в космосе и под водой, с их помощью определять направления работ, находить конкретные решения. Результаты наземных исследований начала 70-х годов позже воплотились в комплекс бортовой аппаратуры для термического испарения металлов и нанесения тонкопленочных покрытий («Испаритель», 1979 г., 1980 г.,

1981 г., орбитальная станция «Салют-6»; «Испаритель-М», 1984 г., ОС «Салют-7»; «Янтарь», 1987 г., 1989 г., ОС «Мир»).

В этот период В. Е. Патон позволял себе в целом уделять меньше времени непосредственно конструированию космической аппаратуры — уже набрались опыта его ученики, да и техническое руководство большим коллективом ОКТБ требовало слишком много сил. Но неизменно горячее участие Владимир Евгеньевич принимал в разработке УРИ — универсального ручного инструмента для электроннолучевой сварки, резки, пайки и нанесению покрытий в условиях открытого космоса, справедливо считая его прототипом будущего оборудования для монтажа и ремонта металлоконструкций на орбите и на других небесных телах. Работы по ручной ЭЛС были начаты в 70-х годах; натурный эксперимент впервые провели С. Савицкая и В. Джанибеков в 1984 г. за бортом ОС «Салют-7» и повторили по расширенной программе В. Соловьев и Л. Кизим в 1986 г. там же.

В. Е. Патон стоял у истоков работ по сварке в космосе и внес существенный вклад в создание аппаратуры для космических технологий, но никогда не подчеркивал своей роли, не требовал и не получил никаких наград за эти работы. После него осталось мало публикаций в печати, а его основные конструкторские находки в области космической аппаратуры зафиксированы в 20—25 авторских свидетельствах, полученных совместно с коллегами. Большинство этих авторских свиде-

тельств так и остались неопубликованными в открытой печати, а описанные в них конструкции теперь считаются общеизвестными.

Автор настоящей статьи был непосредственным участником всех упомянутых работ и событий; как и все, кто имел честь работать с Владимиром Евгеньевичем, помнит его как яркую личность, блестящего инженера, талантливого руководителя и благородного человека.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стенд для исследования технологических процессов в условиях, имитирующих космос / В. Е. Патон, В. Е. Патон, Д. А. Дудко, В. И. Вернадский, Г. П. Дубенко, В. Ф. Латинский, В. В. Стесин, А. А. Загребельный, Ю. Н. Ланкин, Ю. А. Масалов, О. С. Цыганков, В. М. Бойчук // Космические исследования на Украине. — 1973. — Вып. 1. — С. 5—8 // Космос: технологии, материаловедение, конструкции: Сб. науч. тр. / Под ред. В. Е. Патона. — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2000. — С. 136—140.
2. Особенности оборудования для технологических работ в космосе / Д. А. Дудко, А. А. Загребельный, В. Е. Патон, В. В. Стесин // Космическое материаловедение и технология. — М.: Наука, 1977. — С. 12—16 // Космос: технологии, материаловедение, конструкции: Сб. науч. тр. / Под ред. В. Е. Патона. — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2000. — С. 95—99.
3. Применение сварки для ремонта космических объектов / В. Е. Патон, Д. А. Дудко, В. Н. Вернадский, В. Е. Патон, В. В. Стесин, В. Ф. Латинский, А. А. Загребельный // Космические исследования на Украине. — 1976. — Вып. 9. — С. 3—5 // Космос: технологии, материаловедение, конструкции: Сб. науч. тр. / Под ред. В. Е. Патона. — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2000. — С. 90—93.



**Г. П. Иванов**

Институт электросварки им. Е. О. Патона  
Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

## **ИСПАРИТЕЛЬ-80<sup>1</sup>**

20 августа 1984 г. Институт электросварки посетила большая группа советских космонавтов. Вместе с ними прибыла делегация специалистов Индии в области космических исследований в составе 5 человек. Среди них был индийский космонавт — дублер Шарма.

Автору этих строк посчастливилось участвовать в приеме славных гостей.

Представляем информационный листок «Испаритель-80» с автографами пяти советских космонавтов: Шаталова, Малышева, Стрекалова, Березового и Гречко. Одна роспись прямо на фотографии «Испаритель-80», остальные четыре — на текстовой стороне листка.

Автографы получены во время посещения космонавтами демонстрационного зала Института, где наряду с космическими экспонатами был представлен ряд других действующих образцов сварочной техники ИЭС.

Космонавты живо интересовались достижениями знаменитого на весь мир института, задавая много вопросов, свидетельствующих о широте их образования и большом научно-техническом интеллекте. Индийский представитель, например, активно и со знанием дела расспрашивал об особенностях электрошлакового переплава металла.

Запомнился развеселивший и одновременно огорчивший меня факт. Космонавт Джанибеков, ознакомившись со станком для наплавки коленчатых валов, воскликнул примерно следующее: «А в моем автомобиле как раз надо менять коленчатый вал! Его же можно отремонтировать!»

<sup>1</sup> Звидання «Колега» (ДКТБ Інституту електросварювання ім. Є.О. Патона).

Ознакомившись далее с действующим генератором водородно-кислородной смеси П-105, минигорелка которого дает иглоподобное высокотемпературное пламя, воскликнул снова: «Вот бы мне в гараж такой!».

Развеселила живая непосредственность Героя Советского Союза. А огорчила мысль о том, что человек, славящий подвигами Великую страну, должен думать, как отремонтировать автомобиль. Как мне показалось, даже не «Волгу», а какой-то подешевле ...

**Генератор водородно-кислородной смеси П-105** предназначен для получения из воды на рабочем месте водородно-кислородной смеси, используемой при обработке металлов: пайке всеми видами припоев широкого круга материалов, сварке малоуглеродистой стали толщиной до 3 мм, резке металлов, газопламенном и газодинамическом напылении, термообработке, штамповке и других технологических процессах.

### **Техническая характеристика генератора П-105**

|                                        |                 |
|----------------------------------------|-----------------|
| Напряжение питающей сети однофазное, В | 220             |
| Потребляемая мощность, кВт, не более   | 1.6             |
| Габаритные размеры, мм                 | 540 × 227 × 420 |

Уникальную коллекцию автографов «людей космоса» собрал один из ветеранов-конструкторов ИЭС Борис Иванович Перепеченко. Коллекция еще с одной стороны освещает прочную долговременную плодотворную и дружественную связь творцов космической техники с непосредственными исследователями космоса.

---

**Н. П. Воропай, В. С. Гвоздецкий, В. М. Илюшенко**

Институт электросварки им. Е. О. Патона  
Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

## **МИКРОПЛАЗМЕННАЯ СВАРКА: СОЗДАНИЕ АППАРАТУРЫ И РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

---

*Представленная статья отражает один из примеров многогранной инженерной и конструкторской деятельности В. Е. Патона, связанной с разработкой прецизионной аппаратуры для автоматизированной микроплазменной сварки. За создание и освоение способов, оборудования и технологии микроплазменной сварки применительно к изготовлению уникальных сотовых металлоконструкций систем противоракетной обороны В. Е. Патону в составе авторского коллектива в 1972 г. была присуждена Государственная премия УССР в области науки и техники. В настоящей статье рассмотрены принципы построения и конструктивные особенности универсального и специализированного оборудования для микроплазменной сварки, в создании которого непосредственное участие принимал В. Е. Патон, а также примеры практического применения прогрессивной технологии сварки.*

---

Разработка микроплазменной сварки вызвана потребностью многих отраслей промышленности в высококачественных соединениях различных металлов и сплавов толщиной от нескольких десятых до 1—2 мм. Это, по сути, новый процесс обработки металлических и неметаллических материалов сжатой дугой, которая стабильно горит на малых токах, практически недостижимых для традиционной дуговой сварки неплавящимся и плавящимся электродом. В ИЭС им. Е. О. Патона еще в 1967 г. предложены оригинальные способы микроплазменной сварки разнополярным током и оборудование для их реализации. Они запатентованы в Англии, Германии, Италии, Франции и Японии.

Сущность способа микроплазменной сварки заключается в следующем. На вольфрамовый электрод подают отрицательные относительно изделия импульсы напряжения, под действием которых между электродом и изделием форми-

руется плазменная дуга прямой полярности. Для катодного разрушения оксидных пленок на свариваемом металле на сопло плазмотрона подают положительные относительно изделия импульсы напряжения. Между вольфрамовым электродом и соплом в потоке плазмообразующего газа непрерывно горит малоамперная дежурная дуга постоянного тока, создающая факел плазмы. В результате обеспечивается стабильный режим функционирования микроплазменной дуги разнополярного тока.

Плазмообразующий газ (аргон) поступает в кольцевой зазор между вольфрамовым электродом и молибденовым соплом; защитный газ (гелий или смесь аргон + водород) — в зазор между плазмообразующим и защитным соплом. Описанный способ оказался наиболее эффективным при сварке алюминия и алюминиевых сплавов малых толщин. Именно благодаря этому способу удалось создать сотовые тонкостенные изделия из алюминия.

<sup>1</sup> 3-е издание «Колега» (ДКТБ Института электросваривания им. Е. О. Патона).

Сотовая конструкция антенных решеток собирается из отдельных секций, состоящих из большого количества сваренных между собой рупоров, верхние кромки которых имеют толщину 0.5—2.0 мм. Суммарная погонная длина торцевых швов одного изделия превышает 10 тыс. м. Для обеспечения необходимой работоспособности антенны кромки алюминиевых рупоров по всему периметру должны иметь надежный электрический и механический контакт. При этом к торцевым швам элементов антенны предъявляются жесткие допуски на геометрические размеры. Учитывая исключительно высокие технические требования к качеству сварных сотовых решеток антенны и весьма большой объем сварочных работ, выполняемых как в стационарных цеховых, так и в монтажных полевых условиях, конструкция аппаратов для микроплазменной сварки должна была обеспечивать ряд специфических функциональных возможностей, а именно:

- прецизионную точность направления электрода вдоль оси шва (отклонение не более  $\pm 0.1$  мм на 1 м шва);
- минимальные осевые отклонения дуги от установленного значения (не более  $\pm 0.1$  мм);
- надежную работу элементов плазмотрона и других узлов при непрерывной сварке в течение не менее 8 ч;
- стабильную подачу присадочной проволоки малого диаметра (0.8...1.2 мм);
- отсутствие в сварочных аппаратах чрезмерных инерционных сил, нарушающих равномерность скорости сварки;
- минимальные массу и габариты аппаратов;
- возможность переналадки оборудования для выполнения сварочных работ в полевых условиях.

В ИЭС им. Е. О. Патона создана гамма универсальных и специализированных аппаратов для микроплазменной сварки сотовых алюминиевых металлоконструкций.

Автомат А-1342 универсального типа состоит из тележки, механизма подачи присадочной проволоки, плазмотрона, системы корректировок, пульта управления и направляющего рельса. Скорость сварки плавно регулируется в пределах 10—100 м/ч. Присадочная проволока подается с помощью специального устройства, содержащего

привод и прижимной элемент, выполненный из эластичного пассика. Последний установлен на роликах таким образом, что находится в сопряжении с канавкой подающего ролика и охватывает его по дуге не более  $90^\circ$ .

Автомат А-1284 предназначен для выполнения продольных и поперечных торцевых швов. Он состоит из тележки, плазмотрона, направляющего рельса длиной 10 м и системы клавишных пневматических прижимов свариваемых рупоров. Ходовая часть тележки взята из универсального автомата А-1342. Автомат А-1284 комплектуется источником питания А-1281 и плазмотроном ОБ-1213.

Автомат А-1284Б позволяет производить микроплазменную сварку периферийных секций по прямоугольному периметру. Он выполнен на базе двух самоходных тележек, осуществляющих взаимно перпендикулярное перемещение плазмотрона типа ОБ-1213 по замкнутому периметру отдельного рупора. Электрическая схема автомата увязана со схемой управления источником питания А-1281 и плазмотроном ОБ-1213.

Аппарат А-1578 специализированного типа разработан для микроплазменной сварки продольных стыковых швов коробчатых элементов (рупоров). При соответствующей наладке аппарат обеспечивает сварку рупоров трех форм: прямоугольной, криволинейной и трапецеидальной. Аппарат состоит из самоходной тележки (автомата А-1342), источника питания А-1281 и плазмотрона ОБ-1213. В процессе сварки рупор остается неподвижным, а плазмотрон движется вдоль стыка со скоростью сварки.

Аппарат А-1579 выполняет автоматизированную микроплазменную сварку рупоров с закругленными углами. Речь идет о приварке фланцев к корпусу рупора. Для исключения инерционных сил, возникающих при вращении такого рода изделий и технологической оснастки, в данном аппарате свариваемые детали и оснастка не подвергаются вращению, а только перемещаются относительно плазмотрона в прямоугольных координатах. В момент окончания перемещения изделия плазмотрон поворачивается на угол, соответствующий углу между соседними швами. Для рупора прямоугольного сечения этот угол равен  $90^\circ$ . С целью уменьшения габаритных размеров установки

микроплазменную сварку производят горизонтальным швом на вертикальной плоскости.

Источник питания А-1281 предназначен для микроплазменной сварки разнополярными импульсами тока. Он состоит из силового трансформатора и тиристорных блоков VS1 и VS2. Положительные полупериоды напряжения через VS1 поступают на сопло, а отрицательные полупериоды через VS2 — на вольфрамовый электрод плазмотрона. Ток дуги прямой и обратной полярности регулируется дросселем или путем перемещения вторичной обмотки трансформатора. Для стабильного возбуждения разряда в начале каждого полупериода служит вспомогательная дежурная дуга, питаемая от источника постоянного тока.

Плазмотрон ОБ-1213 служит для микроплазменной сварки протяженных швов. От ранее применявшихся плазмотронов он отличается более интенсивным водяным охлаждением рабочих элементов и большими токами (до 100 А). Цанговое подпружиненное устройство позволяет регулировать глубину посадки электрода внутри сопла в пределах 1—10 мм.

На основе описанных выше конструкторских разработок микроплазменная сварка успешно освоена при изготовлении разнообразных изделий из легких металлов и сплавов в авиационной, радиотехнической и машиностроительной отраслях. Так, например, разработана технология и оборудование для микроплазменной сварки алюминиевых корпусов бытовых электроводонагревателей типа БАС-10/МЧ-04 емкостью 10 л. Корпус этого изделия изготавливается из двух штампованных заготовок алюминиевого сплава АМц толщиной 1,5 мм. Соединение заготовок выполняют микроплазменной сваркой торцевыми швами по всему периметру корпуса на оборудовании, аналогичном аппарату А-1579. Примером применения микроплазменной сварки для стыковых соединений алюминия малых толщин являются заготовки уплотнительных прокладок химической аппаратуры. Толщина свариваемого металла в данном случае составляет 0,2—0,3 мм. Для микроплазменной сварки такого типа прокладок создана специализированная установка У-549. Многолетний опыт эксплуатации сварных прокладок свидетельствует об их надежности в

экстремальных условиях высоких температур и динамических нагрузок.

Накоплен также опыт использования микроплазменной сварки для изготовления алюминиевых корпусов конденсаторов, защитных кожухов и обечаек, а также других изделий ответственного назначения. Принципиальные конструкторские идеи, заложенные в прецизионную аппаратуру, нашли применение при разработке оборудования для механизированной сварки неповоротных стыков соединений алюминиевых и стальных трубопроводов малого диаметра. Разработана конструкция и создан опытный образец интегрированного плазмотрона для микроплазменной, лазерной и лазерно-микроплазменной сварки различных металлов малых толщин. Проведенные исследования технологических возможностей данного плазмотрона при сварке сталей, титановых и алюминиевых сплавов в микроплазменном, лазерном и гибридных режимах показали существенное повышение эффективности использования энергии лазерного пучка и микроплазменной дуги, объединяемых в гибридном процессе. Термические циклы при микроплазменной и аргонодуговой сварке неодинаковы. Так, например, время пребывания металла ЗТВ при 400 °С в условиях микроплазменной, аргонодуговой и лазерной сварки равно соответственно 6, 12 и 2 с. Изотермы нагрева ЗТВ при микроплазменной сварке сталей, алюминия, меди и их сплавов занимают промежуточное положение между соответствующими изотермами в условиях аргонодуговой и лазерной сварки. За последние годы в отечественной и зарубежной технической литературе опубликованы многочисленные статьи, посвященные гибридным лазерно-дуговым процессам сварки. Они свидетельствуют о несомненных их преимуществах перед традиционными способами сварки.

Длительное время микроплазменная сварка продлевала ресурс работы наплавленных деталей и узлов газотурбинных установок, штампов и рабочих поверхностей горнодобывающего оборудования. Этим способом ежегодно восстанавливалось около 100 тыс. турбинных лопаток, что позволило получить существенный народно-хозяйственный эффект и сэкономить сотни тысяч кубометров природного газа.



В сотрудничестве с Институтом хирургии и трансплантологии АМН Украины проведены научные исследования по использованию разработанного плазменно-хирургического комплекса «Плазмамед» для операций на живом организме. Преимуществом этого способа является полная бактерицидность, незначительная травматизация тканей тела живого организма и почти бескровность операций. Микроплазма бесшовно соединяет дефекты стенок желудочно-кишечного тракта. Она успешно лечит инфекционные и гнойные очаги заболеваний.

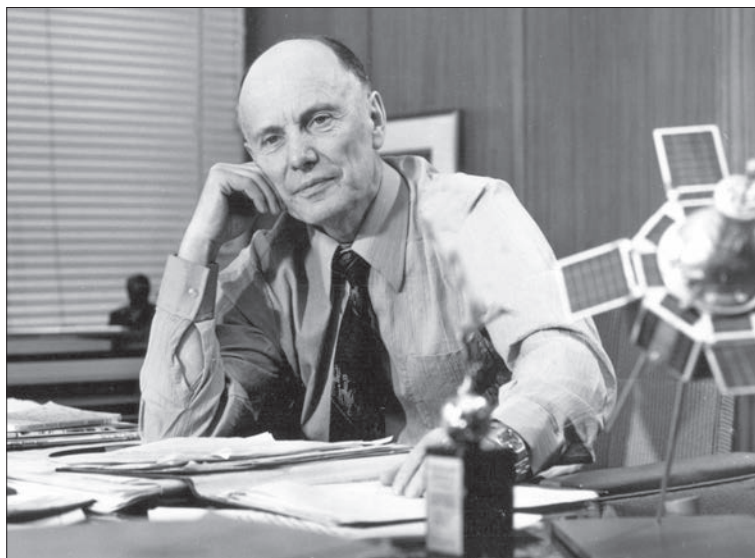
Имеются большие возможности дальнейшего расширения областей применения и увеличения объемов использования микроплазменной технологии. Особое внимание необходимо уделить созданию технологии и оборудования для микроплазменной сварки экономичных тонколистовых кон-

струкций из легированных сталей, различных цветных, тугоплавких и редких металлов и сплавов, выдерживающих высокие температуры, противостоящих действию знакопеременных нагрузок и перепадам температур, обладающих жаростойкостью, сопротивляемостью коррозии и рядом других свойств. Такие конструкции играют важную роль для космонавтики, авиации, атомной энергетики, химической промышленности и других областей.

Приведенными в статье примерами далеко не ограничиваются возможные области применения оборудования для микроплазменной сварки. Прошедшие десятилетия подтвердили актуальность идей и высокую эффективность оригинальных технических решений, которые были заложены В. Е. Патоном и руководимым им коллективом в разработку комплекса прецизионного сварочного оборудования.

*Фото різних років з архівів  
Інституту електрозварювання  
ім. Є. О. Патона  
Національної академії наук України  
та Центру «Спейс-Інформ»*

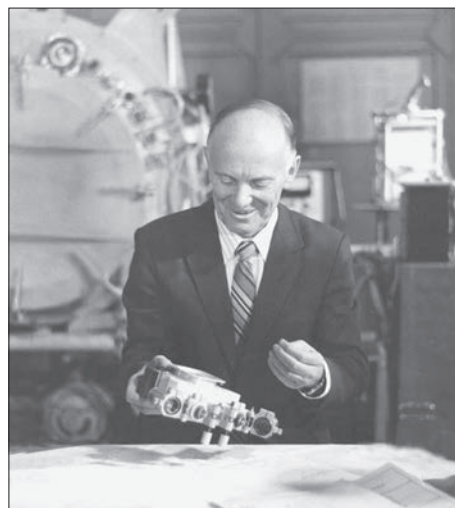
Академік Б. Є. Патон



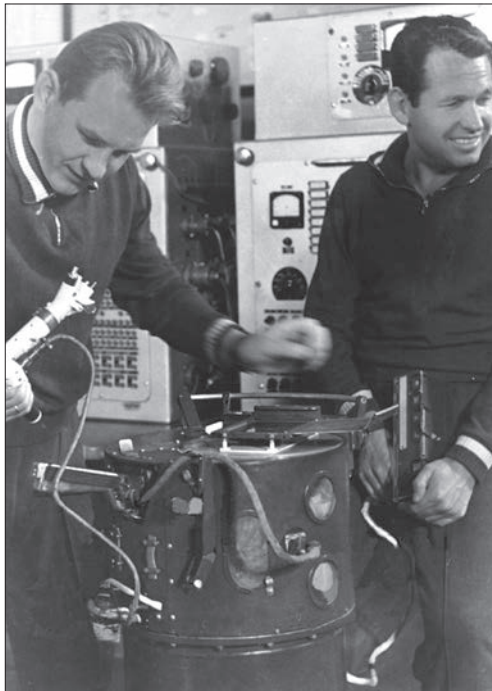
Б. Є. Патон в оточенні льотчиків-космонавтів СРСР і астронавтів США в ІЕЗ ім. Є. О. Патона після успішного завершення радянсько-американської програми «Союз-Аполлон». Зліва направо: В. О. Шаталов, Венс Д. Бранд, Томас П. Стаффорд, Б. Є. Патон, О. А. Леонов, В. К. Кубасов, Дональд К. Слейтон (1975 р)



О. А. Леонов і Б. Є. Патон, 1974 р.



Б. Є. Патон, 1978 р.



Льотчики-космонавти В. М. Кубасов і Г. С. Шонін поряд з установкою «Вулкан» для зварювання в умовах космічного вакууму і невагомості, 1968 р.



Льотчики-космонавти С. Є. Савицька та В. О. Джанібєков в ІЕЗ ім. Є. О. Патона, 1984 р.



В лабораторії космічних технологій ІЕЗ ім. Є. О. Патона. Зліва направо: Б. Є. Патон, В. В. Стесін, Ю. І. Дравович, О. А. Загребельний

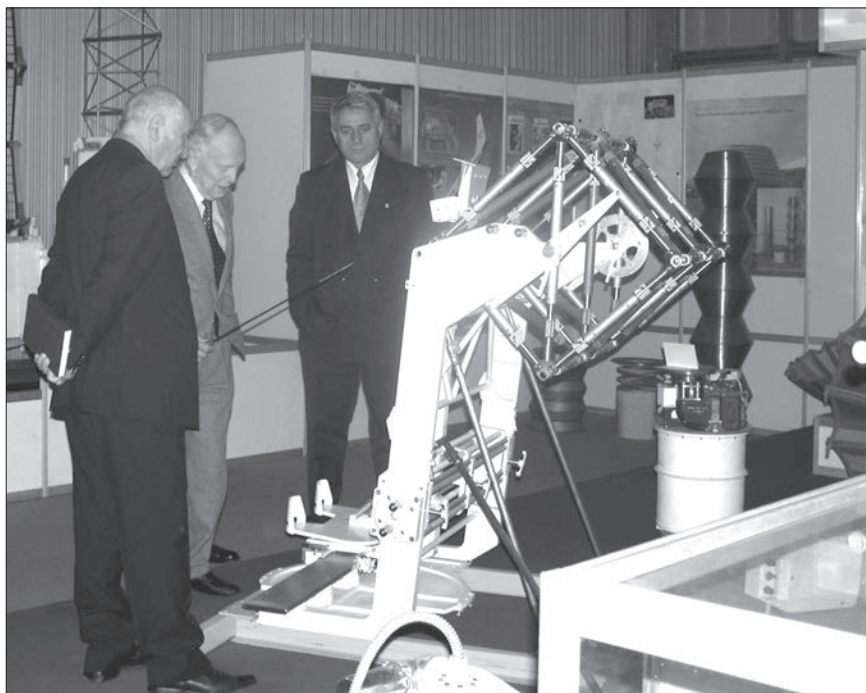


Лабораторні випробування установки «Випарник-80»





Б. Є. Патон з представником фірми Rockwell паном Герольдом Р. Коневеєм (США), 1989 р.



Біля стенда для зварювальних робіт на орбітальній станції: Б. Є. Патон, Г. М. Скударь, К. А. Ющенко. Київ, жовтень 2004 р.





Б. Є. Патон з льотчиком-космонавтом О. А. Леоновим



Б. Є. Патон з першим українським космонавтом Л. К. Каденюком



Б. Є. Патон, льотчик-космонавт П. Р. Попович і родина Н. С. Корольової. Урочисті заходи з нагоди 100-річчя від дня народження С. П. Корольова і відкриття пам'ятника С. П. Корольову в НТУ України «Київський політехнічний інститут». 18 січня 2007 р., м. Київ



В. П. Горбулін, С. В. Корольов, І. Д. Д'ячук, Б. Є. Патон, Н. С. Корольова, льотчик-космонавт О. П. Александров із дружиною під час зустрічі в Президії НАН України з нагоди 110-річчя від дня народження С. П. Корольова. 18 січня 2017 р., м. Київ





Під час прес-конференції: М. О. Митрахов, льотчик-космонавт В. О. Джанибеков, Б. Є. Патон, Я. С. Яцків, льотчик-космонавт С. Є. Савицька, О. С. Болтенко



У президії засідання: Л. М. Лобанов, С. М. Конюхов, Л.Д. Кучма, В. О. Джанибеков, Б. Є. Патон, С. Є. Савицька, Л. К. Каде-нюк, В. П. Никитський, Я. С. Яцків





Л. М. Янгель і Б. Є. Патон під час урочистих заходів до 100-річчя від дня народження М. К. Янгеля. 19 жовтня 2011 р., м. Київ



Льотчики-космонавти В. М. Жолобов і Л. К. Каденюк та Б. Є. Патон під час засідання до 15-річчя польоту у космос Л. К. Каденюка. 21 листопада 2012 р., м. Київ





Б. Є. Патон з ветеранами ракетно-космічної галузі та іншими учасниками урочистого засідання, присвяченого 50-річчю польоту у космос Ю. О. Гагаріна. 8 квітня 2011 р., м. Київ

**Слово**  
**про Б. Є. Патона**

---

**В. П. Горбулін<sup>1,2</sup>, Я. С. Яцків<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> Президія Національної академії наук України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Національний інститут стратегічних досліджень, Київ, Україна

<sup>3</sup> Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України, Київ, Україна

## **Б. Є. ПАТОН І РОЗВИТОК КОСМІЧНОЇ НАУКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

*У статті описано внесок Б. Є. Патона — директора Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона та президента НАН України — у розвиток космічної науки і технологій з нагоди відзначення 100-річчя від дня його народження. Б. Є. Патону були та є притаманні риси постійного пошуку нового у вирішенні складних науково-технічних проблем та прагнення до отримання результатів світового рівня у науковій сфері, зокрема космічній науці і техніці.*

**Ключові слова:** діячі ракетно-космічної галузі, космічні технології, історія космонавтики.

### **ВСТУП ПЕРШИЙ**

Авторам цієї статті, присвяченої 100-річчю від дня народження Бориса Євгеновича Патона — видатного вченого та організатора науки, унікальної людини бурхливого ХХ століття та сьогодення, пощастило знати, спілкуватися та співпрацювати з ювіляром впродовж багатьох років. Зустрічі та спілкування з Б. Є. Патonom завжди були та є і донині для нас неординарними та незабутніми подіями. Ми не будемо наводити перелік багатьох важливих справ і подій, у яких ключову роль відігравав Борис Євгенович Патон, оскільки ця тема вже багатогранно висвітлювалася дослідниками творчості Б. Є. Патона на сторінках різних видань [1]. Автори статті також ділилися своїми спогадами про деякі з цих подій [2, 7, 8].

У цій статті мова йтиме про окрему сферу діяльності Б. Є. Патона, а саме його внесок у розвиток космічної галузі колишнього СРСР та України після проголошення у 1991 році її незалежності. При підготовці цієї статті для журналу КНІТ, головним редактором якого з часу засну-

вання у 1995 році є Б. Є. Патон, ми використали окремий розділ книги [2].

### **ВСТУП ДРУГИЙ**

Дозволимо собі зробити декілька загальних зауважень, що безпосередньо стосуються особистості Б. Є. Патона.

По-перше, поява видатних особистостей на планеті Земля є результатом унікального поєднання їхніх генетичних рис. Але талановитість реалізується тільки тоді, коли наділені нею люди впродовж усього свого життя самовіддано трудяться та шліфують свої здібності. Саме такою людиною є Борис Євгенович Патон.

По-друге, неординарні, геніальні постаті народжуються чомусь у критичні (важкі) періоди історії людської цивілізації. Так і сталося в СРСР, коли у важкі післявоєнні роки з'явилася ціла плеяда талановитих учених, великих організаторів науки і виробництва.

Це прямо торкнулося і ракетно-космічної техніки, саме її розвиток привніс у наукову термінологію скромне, але надзвичайно ємне — «Головний конструктор». Ось вони: С. П. Корольов, М. К. Янгель, В. П. Глушко, М. О. Пилюгін, В. М. Челомей,

В. І. Кузнецов, В. П. Бармін, М. С. Рязанський. Список можна було б продовжити, але доля так розпорядилася, що визначила тісну співпрацю Національної академії наук України<sup>1</sup> та особисту дружбу її президента — Бориса Євгеновича Патона з двома з них: Сергієм Павловичем Корольовим та Михайлом Кузьмичем Янгелем.

Ця співпраця вибудовувалася в різних часових координатах, різномасштабних за значимістю завданнях, але вона завжди була своєчасною і плідною. А найсуттєвіше — один раз встановлені зв'язки зберігалися і після відходу цих двох видатних постатей у вічність.

По-третє, зазвичай буває дуже складно провести роздільну лінію між багатогранною діяльністю тієї чи іншої особистості на різних напрямках її діяльності. Це повною мірою відноситься до Б. Є. Патона — директора всесвітньо відомого Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України та президента НАН України [4].

Б. Є. Патон був обраний президентом НАН України у період бурхливого розвитку в СРСР ракетно-космічної техніки та космічних досліджень, який характеризувався гострою політичною конкуренцією двох наддержав — США та СРСР. Це зумовлювало безмежну концентрацію науково-технічного потенціалу й матеріальних ресурсів на вирішення завдань створення ракетно-космічної техніки. Забезпечити участь академічних установ у виконанні цих масштабних планів могла тільки поява талановитого вченого і, що не менш важливо, вмілого організатора науки. Таким став Б. Є. Патон.

#### **ВСЕ РОЗПОЧИНАЛОСЯ З БОЙОВИХ РАКЕТНО-КОСМІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ОРБІТАЛЬНИХ КОСМІЧНИХ СТАНЦІЙ**

Хронологічно не просто визначити, що було в Б. Є. Патона спочатку — чи участь у створенні бойових ракет (БР) конструкції М. К. Янгеля, чи перші проекти ракет-носіїв, а потім орбітальних космічних станцій (ОКС) конструкції С. П. Корольова [5].

І все-таки ми почнемо з БР, поява і потужний розвиток яких відноситься до другої половини 50-х років минулого століття.

<sup>1</sup> Тут і далі використовуватимемо сучасні назви установ та організацій

Щоб зрозуміти специфіку цих часів, досить пригадати той факт, що через антагонізм між США та СРСР над світом нависла загроза нової війни. Маючи суттєві переваги у розвитку ракетної техніки, США прагнули закріпити своє стратегічне положення у світі. СРСР напружено шукав шляхи й способи створення систем протидії США, які вже мали ракетні бази на території Європи та Азії. Очоливши у 1954 р. ОКБ-586, М. К. Янгель став основоположником нового напрямку в ракетобудуванні, який полягав у створенні БР на висококиплячих компонентах палива з автономною системою керування. Складність цього рішення полягала в тому, що висококиплячі компоненти — вкрай агресивне середовище. Тому необхідно було не допустити в паливних магістралях дефектів навіть надзвичайно малих розмірів, оскільки дефект діаметром в долі міліметра міг призвести до зняття ракет із бойового чергування

Важко переоцінити роль інститутів НАН України і, в першу чергу Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона, в забезпеченні надійності та герметичності бойових ракет. Ними були вирішені дві задачі — металургійна і технологічна. У результаті розв'язання першої створювалися нові матеріали й були розроблені неруйнівні методи контролю, що значно підвищувало якість БР. Вирішення другого завдання забезпечило створення технологічних засобів боротьби з негерметичністю. Основну роль тут відігравала технологія зварювання. Як підсумок — у кінці 1950-х років зварювання несучих конструкцій, паливних баків, двигунів і вузлів ракет здійснювалося за допомогою аргонно-дугового зварювання, розробленого в ІЕЗ ім. Є. О. Патона. Водночас його широке використання виявило ряд недоліків. Застосовувані у зварюванні електроди з присадкою оксиду торію не забезпечували стабільності дуги і, відповідно, якості зварних з'єднань. Крім того, оксид торію представляв небезпеку для здоров'я зварювальника через радіоактивність.

Тому вже у 60-х роках ІЕЗ ім. Є. О. Патона разом з Московським електроламповим заводом приступив до роботи зі створення вольфрамових електродів з добавками рідкоземельних елемен-



тів. Як присадки використовувалися добавки лантану та ітрію. Ітрій забезпечував стабільність зварювальної дуги і стійкість електрода. Зварні шви, виконані цими електродами, відрізнялися герметичністю і міцністю. Вони використовувалися при зварюванні неповоротних стиків труб з алюмінію, нержавіючої сталі й титану. Усе це сприяло вирішенню проблеми герметичності для першого покоління ракет КБ «Південне».

При розробці стратегічних ракет другого покоління (час перебування в заправленому стані збільшився до 5 років) виникла необхідність такої технології зварювання, при якій зварні з'єднання були б рівні за міцністю до основного металу. Дослідження показали, що найбільш ефективним способом виготовлення шпангоутів і найбільш навантажених елементів корпусів ракет є контактнo-стикове зварювання. У 1968 р. ІЕЗ ім. Є. О. Патона запровадив на «Південному машинобудівному заводі» технологічне обладнання для контактнo-стикового зварювання шпангоутів з пресованих листових і пустотілих профілів. Використання цього технологічного процесу забезпечило високу точність геометричних розмірів, абсолютну герметичність і високу продуктивність.

Ці технології стали невід'ємною частиною виробництва стратегічних ракет другого покоління. Зокрема, були впроваджені унікальні машини для контактнo-стикового зварювання поздовжніх швів циліндричних і конічних обичайок товщиною до 31,5 мм і довжиною зварного шва до 2000 мм. Згодом в ІЕЗ ім. Є. О. Патона разом з КБ «Південне» отримали розвиток роботи зі створення технологічних процесів дифузійного зварювання панелей з алюмінієвих сплавів для використання їх у великогабаритних вузлах адаптера головного обтічника й перехідних відсіків ракети.

Створення стратегічних ракетних комплексів третього і четвертого покоління супроводжувалося розробкою нових удосконалених процесів зварювання. Так, були розроблені, виготовлені та впроваджені установки для електронно-променевого зварювання з вакуумною камерою для зварювання великогабаритних конструкцій з алюмінієвих і титанових сплавів. Створювалися технології зварювання у твердій

фазі вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів і титанових сплавів. Таким чином, під керівництвом Бориса Євгеновича Патона ІЕЗ ім. Є. О. Патона зробив величезний науково-технологічний внесок у створення чотирьох поколінь стратегічних ракетних комплексів розробки КБ «Південне» від ракети Р-12 до ракет Р-36М2 і РТ-23.

Було б невинувато зупинитися на ролі Б. Є. Патона тільки як директора ІЕЗ ім. Є. О. Патона. У розвитку ракетно-космічної техніки брали участь також інші інститути Академії за ініціативою її президента. Вибірковий, але об'єктивний відбір дозволяє виділити наступні основні завдання, які були вирішені інститутами Академії зі створення БР.

1. Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича:

- створення ерозійно-стійкого матеріалу для соплових блоків ракетних двигунів на твердому паливі на основі вольфрамово-мідних псевдосплавів і вуглепластиків;
- розробка вуглець-вуглецевих матеріалів на основі тривимірних трикотаажних вуглеволоконистих структур;
- дослідження параметрів теплового руйнування і радіотехнічних характеристик матеріалів багатофункціональних покриттів бойових блоків з підтвердженням їхньої працездатності.

2. Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренка:

- дослідження міцності й деформованості теплостійких і ерозійно-стійких матеріалів і сплавів на основі вольфраму, молібдену, ніобію, вуглеволоконистих наповнювачів у діапазоні температур до 3520 °С;
- розробка критеріїв міцності і несучої здатності матеріалів і елементів конструкцій, що працюють в екстремальних умовах.

3. Інститут механіки ім. С. П. Тимошенка:

- розробка численних методів розрахунку елементів конструкцій в умовах напружено-деформованого стану, коливань та стійкості;
- розробка методів вирішення лінійних і нелінійних крайових задач для динаміки твердого тіла з порожнинами складної геометричної форми, що містять компоненти палива.

4. Інститут технічної механіки  
НАН України і ДКА України:

- дослідження проблеми нестійкості горіння в РРД, поздовжньої стійкості РРД, питань наближення стендових випробувань до натурних, міцності тонкостінних оболонок, розробка параметричних методів оцінювання надійності.

5. Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна:

- розробка та впровадження у виробництво технології підвищення піровуглецем об'ємних вуглеволоконистих структур;
- створення біметалів з ніобієвого сплаву зі сталлю для роботи при температурах до 1200 °С.

6. Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка:

- дослідження процесів старіння і газовиділення неметалевих матеріалів;
- визначення енергії активації процесів старіння неметалічних матеріалів.

7. Інститут фізичної хімії  
ім. Л. В. Писаржевського:

- розробка безгелієвих високочутливих методів контролю локальної негерметичності агрегатів і паливних систем ракет, що дозволяють поєднати операції гідровипробувань та перевірки герметичності.

8. Інститут проблем машинобудування  
ім. А. М. Підгорного:

- розробка та впровадження методики й апаратури на основі акустичної емісії для неруйнівного контролю якості пускової мембрани в ракетних двигунах на твердому паливі.

9. Фізико-механічний інститут  
ім. Г. В. Карпенка:

- дослідження впливу циклічних навантажень та тривалого напруженого стану на герметичність зварних швів, що дозволило отримати методи розрахунку для підтвердження гарантійних термінів зберігання ампулізованих ракет.

Із наведеного вище випливає очевидний висновок — колективам академічних інститутів були притаманні риси постійного пошуку нового, щоб у стислі строки вирішити складні науково-технічні проблеми.

## КОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ЗДОБУТКИ СВІТОВОГО РІВНЯ

12 квітня 1961 року політ Ю. О. Гагаріна започаткував еру пілотованої космонавтики. В СРСР створення та функціонування орбітальних космічних станцій (ОКС) розглядалися як магістральна дорога розвитку космонавтики, а її основа була закладена завдяки співпраці Б. Є. Патона і С. П. Корольова ще на початку 1960-х років. Саме завдяки цій співпраці С. П. Корольов вирішив, що при створенні майбутніх ОКС перспективним буде виконання зварювальних робіт для будівництва та ремонту великогабаритних конструкцій у відкритому космосі.

Подальший пріоритет у започаткуванні нового науково-технічного напрямку — космічної технології (КТ) належить Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона. Разом з ОКБ С. П. Корольова та Інститутом електродинаміки НАН України ІЕЗ ім. Є. О. Патона розробив першу комплексну програму досліджень особливостей зварювання різних металів в умовах глибокого вакууму та мікрогравітації.

Вже 16 жовтня 1969 р. в польоті «Союз-6» космонавти Г. Шонін і В. Кубасов уперше виконали експерименти з автоматичним зварюванням і різанням металу електронним променем на спеціальній установці «Вулкан». Цей експеримент, підготовлений колективом ІЕЗ під керівництвом Б. Є. Патона, ознаменував початок розвитку космічних технологій. Перебуваючи в герметичному відсіку, космонавти дистанційно керували процесом зварювання, який відбувався в орбітальному, спеціально розгерметизованому відсіку. Аналіз доставлених на Землю зварних швів, отриманих різними методами, дозволив створити нові зразки зварювальної апаратури і розробити нові методики, які стали основою наступних технологічних експериментів на ОКС.

У цілому можна стверджувати, що ланцюжок матеріалознавчих і технологічних розробок, а також досліджень з космічної біології та медицини, виконаних на «Салюті-6», стали пріоритетними досягненнями української науки 70-х років ХХ ст.

У 1979 р. на «Салют-6» була доставлена технологічна установка «Випарювач», розроблена колективом ІЕЗ ім. Є. О. Патона для відпрацюван-

ня процесів нанесення тонкоплівкових покриттів на металеві та неметалеві прокладки методом електронно-променевого випаровування і конденсації речовини. Протягом трьох років функціонування установки було отримано понад 200 зразків різноманітних покриттів на різній основі. Експериментальний матеріал дозволив не тільки сформулювати основні принципи виконання технологічних процесів у космосі, а й розгорнути дослідження та виготовлення окремих приладів в інших напрямках космічної технології.

Крім того, на «Салюті-6» космонавти дистанційно керували розкриттям великогабаритних конструкцій рамкових антен розробки ІЕЗ, які перебували на кораблі «Прогрес». Ці експерименти були продовжені в польоті на станції «Салют-7», на якій було передбачено дооснащення сонячних батарей за допомогою монтажу додаткових панелей, встановлена нова електропіч «Кристал» для отримання чистих кристалічних матеріалів та ін.

Для виконання термінових ремонтних робіт на ОКС в ІЕЗ ім. Є. О. Патона було створено універсальний ручний електронно-променевий інструмент (УРІ). Космонавти С. Савицька та В. Джанібеков у 1984 р. за допомогою УРІ виконали низку операцій з різання, зварювання та пайки, перебуваючи у відкритому космосі на спеціально змонтованому зварювальному посту.

Аналіз робіт, виконаних С. Савицькою і В. Джанібековим, дозволив космонавтам Л. Кизиму і В. Соловійову в 1986 р. здійснити ще складніше ручне зварювання і пайку окремих вузлів фермових конструкцій на зовнішній поверхні ОКС. Під час їхнього перебування у космосі було здійснено експеримент «Маяк» з розкриття та складання шарнірно-стрижневої конструкції довжиною 13 м. Цей експеримент вимагав від науковців з ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України розробки принципово нових методів монтажу великогабаритних космічних конструкцій у космосі (великогабаритні конструкції — це вироби, маса і розміри яких не дозволяють виводити їх на робочі орбіти за допомогою РН у повністю зібраному вигляді). Для створення й експлуатації таких конструкцій потрібно було не тільки використовувати нові види зварювання і нероз'ємного

сполучення матеріалів, оптимізувати зовнішній вигляд, а й розробити нову монтажну апаратуру для їхнього виготовлення у глибокому вакуумі і безопірному просторі за умови вкрай обмежених можливостей операторів. Для відносно простих конструкцій ідеальним варіантом є їхнє повне виготовлення на Землі, подальше розгортання і фіксація в космосі. Для складніших і багатофункціональних великогабаритних конструкцій оптимальним є поелементне збирання конструкцій безпосередньо на орбіті і навіть виготовлення там окремих елементів. З цією метою в ІЕЗ НАН України був виготовлений спеціальний агрегат-стапель. Він дозволяє збирати і зварювати в космосі потужні силові каркаси висотою близько 3 м і практично необмеженої довжини, яка визначається лише запасом конструктивних елементів, котрий може поповнюватися.

Усі ці роботи в подальшому були продовжені на ОКС «Мир», на якій практично впродовж 15 років працювали космонавти та на якій українськими вченими було виконано ряд експериментів з космічної технології.

Спеціалісти ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України у співпраці з російськими вченими розробили ферму та агрегат для розгортання в космосі системи енергозабезпечення модуля «Кристал». Ферма була базовою конструкцією подовжених сонячних батарей модуля, який був пристикований до ОКС у травні 1991 р. Після стикування модуля з ОКС за командою з Центрального командного пункту (ЦКП) сонячні батареї було повністю розкрито на довжину 15 м. У 1997 р. після невдалої стиковки КА «Прогрес» з ОКС була використана аналогічна ферма, що трансформувалася, для заміни сонячних батарей на модулі «Квант», що збільшило енергетичну потужність станції. Експеримент з демонтажу сонячних батарей і заміни їх на нові було виконано спільно з американськими колегами, зокрема сонячна батарея для наукового модуля «Квант» була доставлена екіпажем КК «Space Shuttle Atlantis».

#### НОВІ РЕАЛІЇ 90-х років XX ст.

Розпад СРСР — однієї з потужних космічних держав світу — не тільки суттєво змінив геополітичну систему у світі, а й значною мірою вплинув





на розвиток світової космонавтики. Військове протистояння у космосі вже перестало бути мотивом до планування та проведення великих космічних експериментів. Економічні негаразди в Росії та інших країнах СНД не дали змоги вчасно реалізувати заплановані широкомасштабні космічні проекти (наприклад, проекти серії «Спектр», «Мир-2»). І все-таки у співпраці з Україною та іншими державами світу Росія ще продовжувала космічні дослідження Марса (невдала місія «Марс-94/96») та Сонця (успішна програма КОРОНАС-І), активно використовувала ОКС «Мир», у першу чергу для медико-біологічних та технологічних досліджень, на якій побувало багато російських та міжнародних екіпажів, у тому числі громадяни США.

Водночас перед Україною — незалежною з 1991 року державою — серед багатьох невідкладних питань державотворення в той час постало і таке: «Як бути з космічною галуззю України?» Адже українські вчені та конструктори-виробники були причетні практично до всіх важливих космічних проектів СРСР. В Україні було розроблено й виготовлено, а потім запущено у космос понад 300 ракет-носіїв та близько 400 космічних апаратів різного призначення. За оцінками експертів Україна успадкувала майже третину потужного космічного потенціалу колишнього СРСР, який не мала права втратити. Тому на різних рівнях владних структур та у наукових установах АН УРСР, які брали участь у космічних дослідженнях Радянського Союзу, у 1991 р. відбувалися дискусії про подальшу долю космічної галузі України, а Президія АН УРСР терміново розглянула питання про стан космічних досліджень в Україні. Була підготовлена відповідна доповідна записка Президенту України.

І вже 30 січня 1992 р. відбулася зустріч Президента України Л. М. Кравчука з членами Академії наук України, на якій одному з авторів цієї статті (Я. С. Яцківу) було надано слово для виступу (див. [8, С. 38—39]).

В той же час перший автор статті (В. П. Горбулін), працюючи в Кабінеті Міністрів України, ініціював розгляд питання про управління космічною галуззю на державному рівні.

В результаті Указом Президента України 29 лютого 1992 р. було створено Національне космічне агентство України (НКАУ). За пропозицією Б. Є. Патона першим Генеральним директором НКАУ було призначено Володимира Павловича Горбуліна.

Національне космічне агентство України відразу розгорнула свою діяльність і разом з Комісією космічних досліджень АН України створено експертну групу з підготовки проектів космічних досліджень України, зокрема тих, що виконувалися за Міждержавною науково-технічною програмою «Дослідження та використання космічного простору» (МНТП «Космос»).

#### НАЦИОНАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО УКРАИНЫ (НКАУ) КОМИССИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АН УКРАИНЫ (ККИ АНУ)

Распоряжение № 1

04.05.92 г.

#### О создании экспертной группы

*С целью рассмотрения проектов космических исследований Украины, финансируемых из Фонда межгосударственных программ по разделу «Научно-исследовательские работы, включая комплекс научной аппаратуры и научно-технический задел на перспективу», создать экспертную группу в составе:*

1. Яцкив Я. С. — председатель
2. Горбулин В. П. (НКАУ)
3. Драновский В. И. (ККИ АНУ)
4. Ивасишин О. М. (ККИ АНУ)
5. Кордюм Е. Л. (ККИ АНУ)
6. Лапчинский В. Ф. (ККИ АНУ)
7. Литвиненко Л. Н. (ККИ АНУ)
8. Лялько В. И. (ККИ АНУ)
9. Пилипенко В. В. (ККИ АНУ)
10. Попадинец В. И. (ККИ АНУ)
11. Скороход В. В. (ККИ АНУ)
12. Сопрунюк П. М. (ККИ АНУ)
13. Силич С. А. (ККИ АНУ) — секретарь

Генеральный директор НКАУ

**В. П. Горбулин**

Председатель ККИ АНУ

академик АН Украины

**Я. С. Яцкив**

Незважаючи на фінансові та організаційні труднощі, окремі проекти МНТП «Космос» ви-

конувалися за графіком, а строки завершення інших (як це було з КОРОНАС-І) переносилися.

Водночас йшла підготовка проекту першої Національної космічної програми України на 1993—1997 рр. Це обумовило широке обговорення принципів організації космічної діяльності в Україні, в якому брав активну участь Б. Є. Патон, який вважав, що, з одного боку, необхідно враховувати реалії, що склалися у космічній сфері СРСР — колишнього лідера космічної гонки у світі, і з другого — намагатися зберегти потенціал космічної галузі незалежної України.

Згодом за авторства В. П. Горбуліна, А. П. Завалішина, С. М. Конюхова та Я. С. Яцківа була підготовлена Концепція Державної космічної програми України (див. [8, С. 44—46]) та розпочалося в непростих умовах — інфляція, «віртуальні гроші» на космос, передвиборчі баталії — виконання її проектів, зокрема і у співпраці з Росією (проекти «Марс 94/96», КОРОНАС-І та ін.).

Президент НАН України Б. Є. Патон продовжував активно впливати на організацію космічних досліджень в Україні.

Згодом на зміну ОКС «Мир» прийшла Міжнародна космічна станція (МКС), у створенні якої передбачалася участь України (і навіть більше — створення та функціонування Українського дослідницького модуля (УДМ) в рамках Російського сегмента МКС). Це зумовило розробку української науково-технічної програми експериментів на борту МКС. З цією метою НАН та НКА України створили Координаційний комітет з наукових досліджень та технологічних експериментів на борту орбітальних космічних станцій (ККОКС), який очолив Б. Є. Патон. ККОКС сформував пропозиції українських учених щодо проведення наукових досліджень та технологічних експериментів на борту УДМ МКС (близько 110 експериментів різноманітної тривалості і складності) за такими напрямками:

- дослідження з впливу мікрогравітації на кипіння рідкого гелію та космічних факторів на процеси втомлюваності та зношування матеріалів;

- виробництво нових унікальних матеріалів у космосі та створення спеціального електрозварювального обладнання;

- дослідження процесів кристалізації матеріалів і композитів в умовах мікрогравітації;

- дослідження деградації матеріалів і сплавів під дією космічних факторів;

- розробка методів і створення обладнання для контролю дефектності й напруженого стану зварних елементів космічних конструкцій;

- дослідження верхньої атмосфери Землі в оптичному і міліметровому діапазонах довжин хвиль;

- дослідження плазмового та газового середовища навколо великогабаритних космічних конструкцій;

- дослідження іоносфери Землі;

- дистанційне зондування поверхні та океанів Землі;

- створення орбітальної оранжереї та дослідження розвитку рослин в умовах невагомості;

- біологічні та біотехнологічні експерименти;

- дослідження впливу космічних факторів на функціонування і старіння живих організмів;

- медичний моніторинг астронавтів і біологічний контроль *in situ*;

- створення системи планування і керування експериментами на борту МКС.

Доля так розпорядилася, що УДМ не вдалося створити. Тому деякі із запропонованих експериментів реалізувалися пізніше на російському сегменті МКС.

## Б. Є. ПАТОН І НАУКОВІ КОСМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Діяльність Б. Є. Патона не обмежувалася тільки матеріалознавчими й технічними розробками у космічній галузі. Він активно підтримував та сприяв розвитку космічних досліджень з проблем біології та медицини, дистанційного зондування Землі, позаатмосферної астрономії тощо.

Перша серія експериментів з космічної біології і медицини — впливу мікрогравітації і радіації на живі організми — була виконана ще в перші роки розвитку практичної космонавтики на борту ШСЗ (біосупутники серії «Космос»), КК серії «Восток», «Восход», «Зонд» та «Союз».

Але найбільш ефективними стали експерименти на ОКС «Салют», особливо під час довготривалих експедицій. Ці експерименти стимулювали розвиток клітинної біотехнології, гравітаційної та радіаційної біології, дослідження з функціо-

нування екосистем, пребіотичного синтезу (вивчення походження та ранньої еволюції життя на планеті). Об'єктами космічної біології були різні за складністю організми — бактерії, найпростіші, гриби, нижчі та вищі рослини, комахи, земноводні, риби, птахи, ссавці *in vivo* та *in vitro*. За допомогою багатофункціональної медичної апаратури досліджувався вплив космічних чинників на працездатність і психологічну адаптацію космонавтів та фізіологічні процеси, які відбуваються в організмі людини під час польоту. Вагомий внесок у розробку і виконання радянської програми з космічної біології та медицини належить Інституту медико-біологічних проблем АМН СРСР під керівництвом О. Г. Газенка у співпраці з академічними установами України.

В Україні піонерами в цій новій галузі досліджень стали вчені з Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця під керівництвом В. А. Кордюма, а пізніше науковці Інституту молекулярної біології і генетики та Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, якими були запропоновані перші експерименти з біології рослин у космосі. Починаючи з 1974 р., біологічні дослідження українських учених набувають систематичного характеру. У 1975 р. проводились експерименти «Ріст мікроорганізмів» за радянсько-американською програмою «Союз-Аполлон», а вже на ОКС «Салют-6» була організована серія експериментів, підготовлених групою науковців з різних установ під керівництвом Є. Л. Кордюм.

Були виконані різноманітні дослідження з використанням бактерій, вищих рослин, культур клітин і тканин, у тому числі перспективний радянсько-чехословацький експеримент «Хлорела» (1976 р., отримання кількох поколінь водорості, яку космонавти можуть використовувати для харчування) та радянсько-в'єтнамський експеримент «Азола». Унікальний експеримент було виконано в 1981 р. — уперше в умовах космічного польоту зацвіли рослини резушки (*Arabidopsis*), від насіння до насіння нового покоління якої проходить 40—45 діб. Спеціалісти Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України підготували на ОКС «Салют» оригінальні експерименти з орхідеями (ріст, розвиток, анатомічна будова листків, вміст фітогормонів) та

запровадили використання орхідей як елементу дизайну кабіни космонавтів КК вирішальна роль у постановці цих експериментів належить Т. М. Черевченко. Українські вчені вперше застосували електронно-мікроскопічний метод біологічних досліджень в умовах космічного польоту. Їм належить пріоритет у відкритті гравічутливості рослинної клітини та встановленні загальних закономірностей біологічних ефектів мікрогравітації на рівні клітини та організму в цілому, у тому числі була виявлена тенденція до прискорення росту і диференціювання клітин в орбітальних умовах, яка веде до завчасного старіння та скорочення онтогенезу організму.

Результати біологічних експериментів, які проводилися українськими вченими на ОКС серії «Салют», ввели Україну на початку 1990-х років до числа світових лідерів з комплексного дослідження біології клітин в умовах космічного польоту. Згодом ці експерименти були продовжені першим космонавтом України Леонідом Каденюком на борту КА «Спейс Шатл» [3].

У ході польоту протягом 16 днів ним було проведено експерименти з космічної біології, а саме: вивчення процесів розвитку рослин як одного з елементів систем життєзабезпечення майбутніх довготривалих пілотованих місій. Комплекс біологічних досліджень за участю українського космонавта було розроблено в Інституті ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. У цих експериментах також брали участь інші інститути НАН України, університети США та космічний центр імені Джона Кеннеді. За спільною американсько-українською освітянською програмою проведено цікавий експеримент зі штучним запиленням та фіксацією на орбіті запилених квіток швидкоростучих рослин. Коли Леонід Каденюк проводив ці дослідження у космосі, учні в Україні та США виконували їх на Землі. Можливо, серед них були й ті, хто у майбутньому примножить космічну славу України.

Крім біологічних експериментів, установи НАН України брали активну участь у здійсненні в СРСР та Росії космічних досліджень планети Венера (КА «Венера»), Сонця (КА КОРОНАС), комети Галлея (КА «Вега») та ін.

31 серпня 1995 р. Україна ракетою-носієм «Циклон-3» запустила перший власний космічний апарат «Січ-1», який призначався для дистанційного зондування Землі: спостережень динаміки процесів в атмосфері, на океанічній поверхні, на суші і під кригою. Робота проводилась в інтересах аграрної галузі України та охорони навколишнього середовища. На КА «Січ» було встановлено унікальний радіолокатор бічного огляду з шириною смуги огляду 450 км розробки Центру радіофізичного зондування Землі ім. А. І. Калмикова НАН і НКА України. У створенні першого українського супутника взяли участь КБ «Південне» та ВО «Південмаш», інститути й установи НАН України та інших відомств. Згодом на орбіту був запущений другий КА «Січ-2» з метою виконання дистанційного зондування Землі та проведення досліджень навколоземного космічного простору за участі Львівського центру Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України, створеного у 1996 р. за ініціативи О. О. Негоди (генерального директора НКАУ у 1995—2005 рр.) та Б. Є. Патона.

З року в рік продовжувалося становлення космічної галузі України за участі вчених НАН України при виконанні наступних науково-технічних космічних програм України (зараз йде узгодження 6-ї такої програми) та широкому використанні міжнародної співпраці для отримання результатів космічних місій інших держав світу.

Б. Є. Патон активно сприяв налагодженню міжнародної співпраці в рамках Науково-технологічного центру України (УНТЦ), відповідних угод з країнами ЄС, США та Канади.

Особливу увагу Б. Є. Патон приділяв та приділяє співпраці установ НАН України з ДКБ «Південне» ті іншими підприємствами космічної галузі України.

Ця сфера діяльності Б. Є. Патона ще чекає свого натхненного дослідника.

## ЗАМІСТЬ ПІСЛЯМОВИ

Нинішнє покоління є свідком величезних здобутків у космічній галузі. У найближчі роки космічні апарати НАСА, ЄКА, Росії, Японії, Китаю, України та інших країн виконуватимуть нові

місії з дослідження Землі та об'єктів далекого Всесвіту, сприятимуть науково-технічному прогресу земної цивілізації та збереженню її унікального місцезнаходження.

Втілення в життя цих задумів вимагатиме розробок нових РН та КА, створення новітньої наземної космічної інфраструктури, нових матеріалів, космічних технологій та засобів передачі інформації, залучення до космічних досліджень нового покоління фахівців, спроможних не тільки здійснювати нові проекти, а й вміти якісно використовувати нові дані у своїх наукових пошуках. Президент НАН України та голова Ради з космічних досліджень НАН України Б. Є. Патон уважно стежить за успіхами світової космонавтики, докладає зусиль до розвитку космічних досліджень в Україні та налагодження плідної міжнародної співпраці у цій сфері. Космічні дослідження були і будуть важливим елементом прогресу науки. Космічні апарати прикладного призначення забезпечують людство каналами теле- та радіозв'язку, метеопрогнозами, несуть навігаційну службу та допомагають уникати надзвичайних ситуацій. Будучи свідками плідної міжнародної співпраці у космосі, люди будуть відчувати потребу знайти спільну мову та зберегти нашу унікальну планету Земля. Дослідження та освоєння космосу стало невід'ємною частиною життя на нашій планеті. І в цьому є вагомий внесок НАН України, очолюваної Борисом Євгеновичем Патonom.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Галузинская В. С.* Феномен Патона. Портрет в интерьере двух столетий. — К.: Наук. думка, 2010. — 264 с.
2. *Б. Є. Патон: 50 років на чолі Академії.* — К.: Академперіодика, 2012. — 776 с.
3. *Каденюк Л.* Місія — космос. — К.: ВД «ДДЕФ-Україна», 2017. — 516 с.
4. *Космос: технологии, материаловедение, конструкции: Сб. науч. тр. / Под ред. Б. Е. Патона.* — К.: ИЕС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2000. — 528 с.
5. *Патон Б. Е.* Наука. Техника. Прогресс. — М.: Наука, 1987. — 414 с.
6. *Писаренко Г. С.* Украинские ученые исследуют космос. — К.: Знание УССР, 1980. — 48 с.
7. *Яцків Я. С.* Б. Є. Патон і моя світова лінія // Світогляд. — 2013. — № 5. — С. 16—20.
8. *Яцків Я. С.* Моє земне тяжіння: У 2 т. — Київ: Академперіодика, 2015. — Т. 2. — 244 с.



---

**О. В. Дегтярев**

Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне»  
ім. М. К. Янгеля», Дніпро, Україна

## **В ІМ'Я ДОСЯГНЕННЯ СПІЛЬНОЇ МЕТИ. Роль Президента НАН України академіка Б. Є. Патона у створенні ракетно-космічної техніки**

Успіхи і досягнення Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля» як провідного підприємства ракетно-космічної галузі України, втілені в розробки зразків ракетно-космічної техніки світового рівня, відбулися здебільшого завдяки тісному співробітництву і творчій науково-технічній кооперації з провідними науковими організаціями Національної академії наук України. У період бурхливого розвитку ракетної техніки в 1950—1970-х рр., коли відбувалося становлення нашого підприємства, і високі тактико-технічні вимоги до створюваних зразків ракетно-космічної техніки та стислі строки розробки ракетних комплексів вимагали постійного підживлення розробників новими ідеями з різних галузей знань, інакше кажучи, наукового забезпечення розробок, перший Головний конструктор М. К. Янгель заклали основи наукового супроводу розробок КБ «Південне» провідними науковими центрами Академії наук.

КБ «Південне» з моменту свого утворення тісно взаємодіє з науковими організаціями Академії наук, постійно підживлюючи своїх теоретиків, проєктантів, конструкторів, технологів новими ідеями з різних галузей знань. Михайло Кузьмич Янгель у процесі створення кооперації промислових і наукових організацій заклали основи наукового супроводу розробок КБ «Південне» провідними науковими центрами Радянського Союзу. При Генеральному конструкторові В. Ф. Уткіні співробітництво КБ «Південне» з Академією наук, вищою школою, галузеви-

ми інститутами одержало подальший розвиток, набуло широкомасштабного і системного характеру. Для виконання НДР залучалися відомі наукові організації НАН України, зокрема Інститут електрозварювання ім. Е. О. Патона, який з 1953 р. очолює Б. Є. Патон.

Президент Академії наук України Б. Є. Патон приділяв розробкам КБ «Південне» велику увагу, на засіданнях Президій АН часто розглядався стан справ з найбільш складних технічних і наукових проблем, Борис Євгенович не один раз особисто відвідував нашу організацію. Це співробітництво взаємне збагачувало як учених, так і розроблювачів ракетних комплексів. Як правило, необхідно було ставити завдання та впроваджувати наукові розробки в найкоротший термін. Це давало можливість ученим побачити результати свого творчого внеску, наукового пошуку в конкретних виробках. Разом з тим завдання з нових розробок включалися до постанов Уряду, що підвищувало авторитет наукових організацій. Через глибокий зв'язок проєктування й виробництва наукою у конструкцію ракет КБ «Південне» закладалися ефективні, «проривні» рішення, завдяки яким розробки бойових ракет і ракет-носіїв найчастіше випереджали свій час і сьогодні затребувані. Серед вирішених складних науково-технічних проблем потрібно насамперед зазначити забезпечення герметичності паливних систем рідинних ракет.

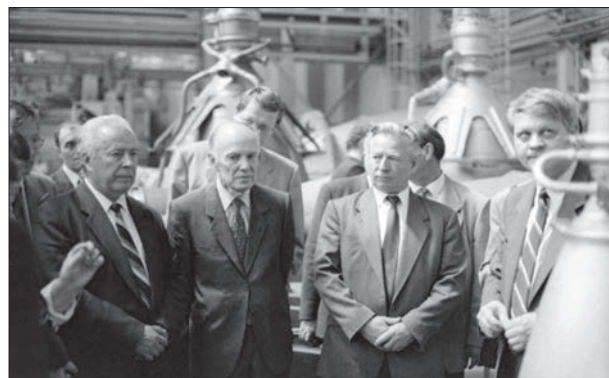
Американці за результатами розробки ракети «Титан-ІІ» заявили, що створення рідинних ра-



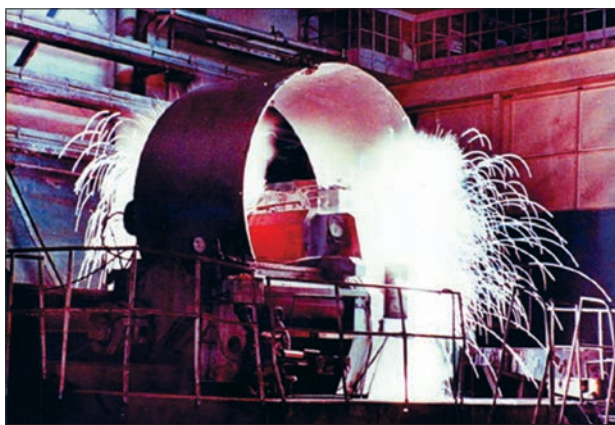
Президент АН УССР і Головний конструктор КБ «Південне» в Президії з'їзду КПУ



Доповідь В. Ф. Уткіна про роботи КБ «Південне» президентам Академій наук СРСР і УРСР А. П. Александрову та Б. Є. Патону (1981 р.)



Візит Президента Академії наук України Б. Є. Патона до КБ «Південне» (1994 р.)



Контактне зварювання обічайки



База зварювання вибухом





Підписання Генеральної угоди про науково-технічне співробітництво між НАН України і КБ «Південне» у сфері створення ракетно-космічної техніки



Проведення засідання Координаційної ради з організації спільних робіт КБ «Південне» і наукових організацій НАН України



Академіки Б. Є. Патон і В. Ф. Уткін



Відвідування експериментального виробництва КБ «Південне» (зліва направо: О. М. Макаров, Б. Є. Патон, В. Ф. Уткін)



Президент НАН України Б. Є. Патон і Президент України Л. Д. Кучма на святкуванні 50-річчя КБ «Південне»



Б. Є. Патон і Г. І. Марчук відвідують комплекс нових матеріалів і перспективних технологій КБ «Південне»





Зустріч керівництва КБ «Південне» з Президентом АН СРСР Г. І. Марчуком і Президентом АН УРСР Б. Є. Патonom



Президент АН УРСР Б. Є. Патон з делегацією закордонних учених відвідують КБ «Південне»

кет тривалого зберігання неможливе. Для вирішення цього питання проведено воістину грандіозну роботу за участю багатьох науково-дослідних інститутів НАН України: Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона, Інституту проблем матеріалознавства І. М. Францевича й багатьох інших організацій. Були виконані теоретичні та експериментальні дослідження з фізики плинну газів і рідин у тонких мікрокапілярах, впливу якості металів на їхню проникність, розроблено методи розрахунків герметичності для різних компонентів палива, вироблено вимоги до металургійних напівфабрикатів, розроблено й впроваджено нові технології, що забезпечили максимальне зниження кількості рознімних з'єднань і заміну їх на нероз'ємні. Для зварених швів, що залишилися в конструкції, було потрібно створити таку технологію, яка б забезпечувала міцність швів, рівну міцності основного металу. І така технологія — контактно-стикове зварювання оплавленням — була розроблена Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона. А для її реалізації тим же інститутом створено унікальні установки для електронно-променевого зварювання великогабаритних вузлів.

Для забезпечення герметичності бака другого ступеня ракети SS-18 уперше застосовано біметалічний перехідник (алюміній — сталь), що виготовляється методом зварювання вибухом. Перші перехідники виготовлялися на базі Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона у м. Глеваха. Розуміючи, що при серійному виготовленні ракет буде потрібна велика кількість цих вузлів високої якості, керівництво КБ «Південне» і ВО ПМЗ ухвалюють спільне рішення про будівництво в КБ «Південне» експериментально-промислової бази зварювання вибухом. У створенні бази зварювання вибухом у КБ «Південне» величезну роль зіграв особисто Президент НАН України Борис Євгенович Патон.

У результаті спільних робіт з Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона впроваджено також ефективні методи неруйнівного контролю якості матеріалів і конструкцій, наприклад, метод акустичної емісії та ін. Внаслідок вирішення проблем забезпечення і контролю герметичності при розробці ракети SS-18 стало можливим

більш ніж в 2.5 рази збільшити гарантійні строки перебування рідинних ракет з агресивними компонентами палива на бойовому чергуванні (понад 25 років замість 10).

Сучасні темпи розвитку ракетно-космічної техніки дуже високі. Витримати конкурентну боротьбу на сучасному ринку космічних технологій можливо тільки в тому випадку, коли розв'язування усього комплексу питань розробки, виготовлення, випробувань і експлуатації відбувається безупинно й системно з використанням останніх досягнень науки й техніки. У цей час КБ «Південне», відновляючи традиції системного підходу до організації наукового супроводу розробок підприємства, закладені М. К. Янгелем, В. Ф. Уткіним і С. Н. Конюховим, КБ «Південне» взяло на себе роль ініціатора з залучення науково-технічного потенціалу НАН України для вирішення проблемних питань ракетно-космічної галузі на новій системній основі. Ця ініціатива була підтримана керівництвом Національної академії наук України та особисто її Президентом Б. Є. Патonom. У жовтні 2012 р., на розширеному засіданні Президії Національної академії наук України було укладено Генеральну угоду про науково-технічне співробітництво між НАН України і ДП «КБ «Південне» у сфері створення ракетно-космічної техніки, затверджено перспективний план спільної науково-технічної діяльності на п'ять років, створено Координаційну раду з організації спільних робіт і робочі групи з основних напрямів діяльності. Ці документи введено в дію спеціальною постановою Президії НАН України від 10 жовтня 2012 р. «Про розвиток співробітництва Національної академії наук України і Державного підприємства «КБ «Південне» ім. М. Янгеля».

На сьогодні вже завершено виконання першого Перспективного плану, сформовано і ухвалено план на наступні п'ять років, двічі на рік проходять засідання Координаційної ради, де обговорюється хід виконання спільних планів, відбувається пошук можливостей для реалізації запланованих робіт і розширення співробітництва з урахуванням нових проблемних питань ракетно-космічної галузі. От-

римано конкретні результати досліджень. Взаємодія ГП «КБ «Південне» і наукових установ НАН України постійно поглиблюється та розширюється, співробітництво перейшло на якісно новий рівень. Інститути НАН України залучаються в кооперацію при виконанні міжнародних космічних проектів. Отримані конкретні результати досліджень, які впроваджуються в розробки ДП «КБ «Південне». З'яв-

ляються також спільні наукові публікації та доповіді на конференціях.

Слід ще раз зазначити, що наші спільні успіхи обумовлені взаєморозумінням з керівництвом НАН України, тією підтримкою, яку ми завжди знаходимо у її Президента, Бориса Євгеновича Патона. І ми вдячні долі за те, що вона дала нам можливість спілкуватися і працювати разом з цією великою Особистістю і видатним Ученим.

---

**П. Г. Дегтяренко**

Державне космічне агентство України, Київ, Україна

## **СЛОВО ВДЯЧНОСТІ Б. Є. ПАТОНУ**

Історія створення Національного космічного агентства України та становлення ракетно-космічної галузі нашої держави, тісно пов'язана з іменем Президента Національної академії наук України Бориса Євгеновича Патона.

Борис Євгенович, не дивлячись на широкий спектр питань, які приходиться йому щоденно вирішувати, завжди знаходив час для розгляду проблем, пов'язаних з дослідженнями космічного простору, створенням нових технологій, матеріалів для ракетно-космічної техніки. Розуміючи важливість промисловості, особливо її високотехнологічних секторів, для розвитку економіки країни, Борис Євгенович був одним із ініціаторів створення Національного космічного агентства України, переконав у необхідності здійснення такого кроку Президента України Л. М. Кравчука, доручив групі вчених Академії наук підключитися до процесу підготовки необхідних документів.

Після утворення в 1992 році НКА України він підтримав нову структуру кадрами, так необхідними на час її формування, спрямувавши для роботи в агентстві кількох вчених.

Україна після дезінтеграції Союзу отримала близько 30 % наукового, промислового та кадрового потенціалу космічної галузі великої країни. Потрібно було здійснити необхідні заходи, щоб не втратити цей потенціал і спрямувати його на користь економіки молодої України. Тому на Національне космічне агентство України покладалося надзвичайно відповідальне, стратегічно важливе завдання: збереження цього потенціалу, його розвиток і примноження. В цій ситуації

багато залежало від керівників агентства, директорського корпусу галузі, керівництва держави.

З метою кращої координації зусиль наукових установ Академії наук і промислових підприємств та організацій космічної галузі Борис Євгенович очолив Раду з космічних досліджень Національної академії наук і спільно з керівництвом Національного космічного агентства спрямовував зусилля вчених, інженерів і конструкторів на найперспективніші напрямки досліджень, пов'язаних з космосом, та на створення сучасної ракетно-космічної техніки. З цією метою формувалися п'ятирічні національні космічні програми, які затверджувалися Верховною Радою України і отримували статус Закону.

Борис Євгенович намагався наповнити космічні програми перспективними науковими проектами, які б відповідали світовим тенденціям розвитку космічної науки та створенню сучасної космічної техніки.

За ініціативи Бориса Євгеновича спільно з Космічним агентством був створений Інститут космічних досліджень та Центр міжнародного космічного права. Ці інституції вносили вагомий внесок у формування державних космічних програм нашої країни, сприяли укладанню багатьох міжнародних угод і контрактів, здійснювали супровід і підтримку реалізації численних міжнародних проектів. Зокрема це європейські проекти «Твінінг», FP-7, «Копернікус», міжнародні — «Морський старт», «Наземний старт», «Дніпро» та інші.

Знаковим проектом, який підтвердив плідне співробітництво Національної академії наук і



Національного космічного агентства України з НАСА та науковими установами США, був політ українського космонавта Леоніда Каденюка на американському космічному шаттлі «Колумбія» (місія STS-87) в листопаді — грудні 1997 року. Вченими Національної академії наук було підготовлено десять наукових експериментів з космічної ботаніки, які провів на орбіті наш космонавт. Результати цих експериментів отримали надзвичайно позитивну оцінку в наукових колах світу.

Новим словом у практиці співробітництва Національної академії наук з космічною промисловістю нашої держави є приклад співробітництва НАН України з ДП КБ «Південне». Розроблено програму спільних робіт, яка фінансується дво-

ма установами. Ці роботи перебувають під постійним контролем Бориса Євгеновича Патона. Завдяки цьому у практику роботи КБ з проектування нових зразків космічної техніки впроваджуються найновіші напрацювання вітчизняних вчених. З року в рік розширюється коло питань, які спільно вирішуються в інтересах вчених та космічної промисловості. Серед них комплекс наукових та дослідно-конструкторських робіт з розробки концепції та проектування науково-промислової бази на Місяці.

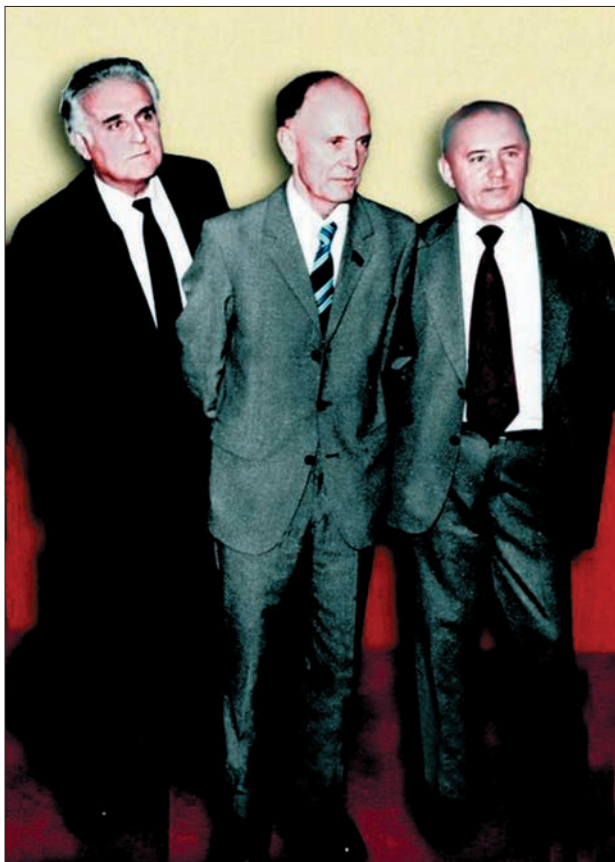
Ентузіазм і оптимізм Бориса Євгеновича, його палаючі очі та добра посмішка надихають колег, що оточують його, на плідну, самовіддану працю, породжують прагнення приносити користь суспільству та країні.

**Л. І. Анатичук**

Інституту термоелектрики НАН України та МОН України, Чернівці, Україна

## СПОГАДИ ПРО ПЕРШУ ЗУСТРІЧ З Б. Є. ПАТОНОМ

Зустрічі з Президентом Національної академії наук України Борисом Євгеновичем Патonom були доленосними.



Зліва направо: академік-секретар відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства академік І. К. Походня, Президент НАН України академік Б. Є. Патон, завідувач кафедри термоелектрики Чернівецького університету, доктор фізико-математичних наук, професор Л. І. Анатичук (1978 р.)

Перша зустріч відбулась ще у квітні 1978 р. у Кишиневі під час наради представників трьох академій наук — української, білоруської та молдавської, куди я був запрошений від Міністерства освіти України. Зустріч була короткою, але визначальною, бо вже тоді Борис Євгенович поставив далекоглядну задачу зростання наукового та промислового потенціалу термоелектрики в Україні. Багато аргументів були підтвердженням необхідності вирішення такої задачі. Серед них і те, що академік А. Ф. Йоффе — фундатор напівпровідникової термоелектрики — був уродженцем України. Невдовзі я мав зустріч з Борисом Євгеновичем, де було детально обговорено план дій з цього напрямку. Як наслідок, в Академії наук України було створено секцію термоелектричного та фотоелектричного перетворення енергії, яка здійснювала координацію діяльності з цих напрямків в Україні. Вже через два роки при сприянні академіка Б. Є. Патона було відкрито Конструкторське бюро з термоелектричного приладобудування «Фонон», яке через 10 років налічувало вже близько 1000 співробітників і стало провідною організацією з термоелектрики в країні. У 1990 р. КБ «Фонон» було реорганізовано в науково-дослідний Інститут термоелектрики НАН та МОН України, який інтенсивно засвоював міжнародний рівень з термоелектрики. Він був визнаний науковою спільнотою світу як провідна організація з термоелектрики.

Особливо вагомими стали використання термоелектрики у космічних програмах. Набутий досвід розробки такої апаратури ще від діяльності СКТБ «Фонон» та нові фундаментальні та тех-

нологічні досягнення, отримані в Інституті термоелектрики, сприяли створенню термоелектричної апаратури для космічних використань, рівень яких перевищує відомий світовий.

Вже понад 10 років такі прилади, створені в Інституті термоелектрики, використовуються у більш ніж 250 космічних апаратах країн Євросоюзу та світу. Номенклатура та об'єм такої продукції зростає.

У 1994 р з ініціативи Інституту термоелектрики та при сприянні академіка Б. Є. Патона було

створено Міжнародну термоелектричну академію, до складу якої у даний час входять близько 100 провідних спеціалістів з термоелектрики з 23 країн світу. Міжнародна термоелектрична академія була зареєстрована у Міністерстві юстиції України. Президентом цієї Міжнародної академії я мав честь незмінно обиратися.

Так доленосна зустріч з академіком Б. Є. Патоном у 1978 р. призвела до визнання України провідною державою з термоелектрики у світі.

## В. І. Лялько

Державна установа «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі»  
Інституту геологічних наук Національної академії наук України, Київ, Україна

### ІЗ ВДЯЧНІСТЮ ЗА ПОСТІЙНУ ПІДТРИМКУ

Президенту Національної академії наук України Борису Євгеновичу Патону притаманні риси постійного пошуку нового у різних напрямках науки і технології. Тому він надавав незмінну підтримку роботам з дистанційного зондування Землі в Україні. Так, у 1987 році з його ініціативи була створена у ВНЗ АН УРСР Наукова рада з проблеми «Вивчення природних ресурсів дистанційними методами» (Постанова Президії АН УРСР № 186 від 29.05.1987 р.), у 1992 році утворено як самостійну юридичну особу України Державну установу «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі» ІГН НАН (Постанова Президії АН України № 150 від 20.05.1992 р.), діяльність якої протягом 1992 — 2017 рр. п'ять разів розглядалась на Президії НАН України, незмінно одержуючи від Б. Є. Патона позитивні оцінки. Як очільник Комітету з Держпремій України в галузі науки і техніки Борис Євгенович Патон тричі підтримував роботи співробітників нашого Центру, які були відзначені вказаними державними преміями у 2004, 2005 та 2011 роках.

Ми щиро вдячні Борису Євгеновичу за постійну увагу та підтримку ДЗЗ як одного з найперспективніших напрямів сучасних космічних досліджень. Борис Євгенович особисто приймав участь у популяризації сучасних досліджень Землі з космосу, написавши передмови до ряду монографій українських дослідників із вказаної тематики, зокрема:

- передмова президента НАН України Б. Є. Патона та Генерального директора Національного

космічного агентства України до «Атласу тематично дешифрованих космознімків території України» «КОСМОС—УКРАЇНІ» / Під ред. членів-кореспондентів НАН України В. І. Лялька та О. Д. Федоровського. — Київ, 2001. — 106 с.;

- передмова Президента НАН України, академіка НАН України Б. Є. Патона до монографії «Изменение земных систем в Восточной Европе» / Отв. ред. В. И. Лялько. — Киев, 2010. — 586 с.

Типове і широко відоме приязне, дружнє, товариське ставлення Бориса Євгеновича до людей і співробітників НАН України, зокрема, можна проілюструвати знімком з мого особистого архіву.



Президент НАН України вручає Диплом лауреата Держпремії України в галузі науки і техніки директору ЦАКДЗ ІГН НАН України В. І. Ляльку (2004 р.)



## ПЕРЕДМОВА



Суттєве збільшення впливу діяльності людства на екосистему Землі значно підвищило потребу в об'єктивній інформації про стан цієї системи при прийнятті урядами і промисловістю обґрунтованих рішень, зв'язаних з проблемами забруднення навколишнього середовища, керування природними ресурсами і глобальної зміни



клімату. Для вирішення цих загальнолюдських потреб у 1995 році здійснений запуск першого космічного апарата національної космічної системи спостереження "Січ-1". У 1999 році відповідно до спільної заяви Президентів України та Російської Федерації від 31 травня 1997 р., здійснено запуск багатофункціонального природоресурсного космічного апарата "Океан-О".

Несприятливий екологічний стан геосистем України стимулює проведення робіт для розвитку космічних методів та вдосконалення технічних засобів отримання і обробки матеріалів дистанційного зондування Землі. У зв'язку з цим, Національне космічне агентство та Національна академія наук України приділяють велику увагу щодо впровадження результатів космічної діяльності в різні галузі економіки. Цей науково-методичний атлас може бути посібником, що ілюструє на реальних космічних знімках деякі можливості практичного використання космічної інформації для вирішення різноманітних проблем природокористування і охорони довкілля.

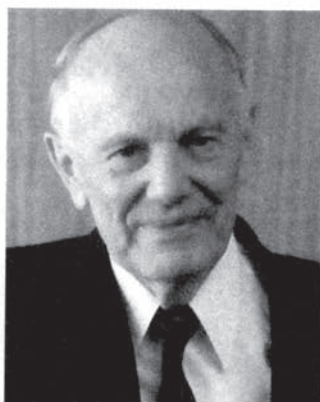
Сподіваємося, що результати, одержані під час першого року виконання програми польоту КА "Океан-О", які представлені в цьому атласі, збагатять світовий досвід дослідження Землі і будуть корисними при вирішенні актуальних для України природоресурсних та природоохоронних задач.

Президент  
Національної академії наук України

Б. Є. Патон

Генеральний директор  
Національного космічного агентства  
України

О. О. Негода



Существенное увеличение влияния деятельности человечества на экосистему Земли значительно повысило потребность в объективной информации о состоянии этой системы при принятии правительствами и промышленностью обоснованных решений, связанных с проблемами загрязнения окружающей среды, управления природными ресурсами и глобального изменения климата.

Неблагоприятное экологическое состояние геосистем Восточной Европы и, в частности, Украины стимулирует проведение работ по развитию космических и компьютерных технологий для получения и обработки материалов дистанционного зондирования Земли с целью выявления и прогнозирования изменений земных систем. В связи с этим Национальная академия наук Украины и Международный институт прикладного системного анализа уделяют большое внимание внедрению результатов космической деятельности в разные области экономики.

Эта монография может быть пособием, которое иллюстрирует на реальных примерах возможности практического использования космической и компьютерной информации для решения разных проблем природопользования и охраны окружающей среды, в частности уменьшения загрязнения окружающей среды, в том числе концентрации  $\text{CO}_2$  и других парниковых газов в атмосфере, защиты видов и биоразнообразия.

Надеюсь, что результаты, представленные в этой монографии, обогатят мировой опыт исследования Земли и будут полезными при решении актуальных для Украины и других стран Восточной Европы не только природоресурсных и природоохранных задач, но и могут быть использованы при решении пищевой и энергетической проблем, а также содействовать наведению мостов взаимопонимания между наукой и исполнительной властью.

*Президент Национальной академии  
наук Украины, академик НАН Украины*

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Патон' (Paton).

Б.Е. Патон

---

**Є. Л. Кордюм**

Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного  
Національної академії наук України, Київ, Україна

## **СЛОВО ПРО Б. Є. ПАТОНА**

Надбання космічної біології в Україні мають міжнародне визнання, яскравим свідченням чого стало прийняття України у 2000 р. членом до Міжнародної робочої групи з космічної біології та медицини, до складу якої на той час входили Англія, Європейське космічне агентство, Канада, Німеччина, США, Франція та Японія. Досягнення українських вчених у вивченні впливу факторів космічного польоту на ріст та розвиток живих істот були б неможливими без постійної уваги Президента Національної академії наук Бориса Євгеновича Патона до цієї галузі космічних наук. Жвавий інтерес Бориса Євгеновича до результатів досліджень, щире бажання зрозуміти суть питання і допомогти неодмінно сприяли успіху у подоланні труднощів, які виникали при проведенні наземних експериментів, особливо при підготовці польотних. У 70-ті та 80-ті роки Борис Євгенович неодноразово зустрічався з космонавтами, які брали участь у проведенні біологічних експериментів на орбіті, зокрема з Георгієм Михайловичем Гречком, який разом з українськими вченими був удостоєний Державної премії України в галузі науки та техніки у 1979 р. за цикл робіт «Мікроорганізми в космічному польоті». З 1993 р. у дослідженнях з космічної біології та медицини беруть участь 12 інститутів та Національний ботанічний сад НАН України. Постійну підтримку Борис Євгенович надавав підготовці та проведенню Спільного українсько-американського кос-

мічного біологічного експерименту з участю українського космонавта-дослідника Леоніда Каденюка, що стало видатною подією космічної галузі України. Експеримент відбувся на борту шатла «Колумбія» під час 87-ї місії 19 листопада — 5 грудня 1997 р. З боку України в ньому брали участь шість установ НАН України, з боку США — п'ять університетів та Космічний центр ім. Кеннеді. Нам, вченим НАН України, було дуже приємно зустрічатися з Борисом Євгеновичем у Космічному центрі ім. Кеннеді після старту космічного корабля «Колумбія» 19 листопада 1997 р., куди він прибув у складі Урядової делегації України. Події підготовки та проведення Експерименту (1995—1998 рр.) описано в науково-довідковому виданні «Рослини в космосі», яке було опубліковане на українській та англійській мовах у 2007 р. і одержало в 2011 р. Премію Міжнародної академії астронавтики.

Життя іде вперед і наука іде вперед. Вирішуються назрілі питання, але постають нові у світлі сьогодення, виникають нові проблеми, ведеться пошук нових шляхів для їхнього вирішення. Космічні біологи України звичайно перебувають на передніх рубежах світової науки, що вимагає багато енергії, повсякденних зусиль та наснаги. Але вчені спокійно виконують нові завдання та долають певні труднощі, знаючи, що завжди можуть звернутися до Бориса Євгеновича і зустріти дружню посмішку, пораду та допомогу.



**О. О. Коноваленко**

Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України, Харків, Україна

## **БОРИС ЄВГЕНОВИЧ ПАТОН І РОЗВИТОК НИЗЬКОЧАСТОТНОЇ РАДІОАСТРОНОМІЇ В УКРАЇНІ**

Добре відомо, що Борис Євгенович Патон зробив величезний внесок у космічні дослідження та розвиток України як космічної держави. Це відбувалося з самого початку космічної ери протягом шести десятиліть і стосувалося усіх напрямів космічної діяльності. Слід також підкреслити його глибоке розуміння та всебічну підтримку «доброї сусідки» космічних досліджень — усехвильової астрономії. Нагадаємо, що формально найдревніша з наук — наземна астрономія — не належить до космічних досліджень, оскільки останні за визначенням робляться за допомогою космічних апаратів. З іншого боку, зараз дуже часто астрономічні спостереження у різних діапазонах хвиль виконуються на супутниках (це один з головних розділів космічних досліджень), де немає негативного впливу атмосфери Землі або заради наближення до космічного тіла як астрономічного об'єкта досліджень. Крім того, перспективними є так звані наземно-космічні дослідження з координованим використанням найкращих наземних і космічних телескопів.

Борис Євгенович завжди високо цинив та поважав всесвітньо відомих українських астрономів — засновників наукових шкіл С. К. Всехсвятського, Є. П. Федорова, М. П. Барабашова, В. П. Цесевича, Я. С. Яцківа та інших, включаючи підтримку відповідних досліджень. Особливо слід відмітити більш ніж півстолітню підтримку Б. Є. Патоним такого вельми актуального напря-

му астрономічної науки (саме в останні роки ця вища актуальність максимально визнана світовою спільнотою), як низькочастотна радіоастрономія, тобто дослідження радіовипромінювання Всесвіту на хвилях довжиною в десятки метрів (частоти менші за 30 МГц). Засновником цього порівняно нового напрямку фундаментальної та прикладної науки близько 60 років тому був видатний український вчений академік НАН України Семен Якович Брауде (1911—2003). Початок відповідних досліджень був пов'язаний з певним ризиком з точок зору астрофізичної інформативності, наявності великої кількості різноманітних завад, яких немає на високих частотах, технічних проблем, оскільки ставилась задача побудови радіотелескопа, більшого за всі наявні. Але ще на початку 1960-х років минулого століття Б. Є. Патон повністю підтримав ці ідеї та порівняно фінансоємні науково-технічні розробки. Як і у багатьох інших випадках, широкий світогляд, могутній інтелект, глибока наукова інтуїція не підвели Бориса Євгеновича, а його всебічна підтримка зіграла ключову роль у подальшому розвитку вітчизняної та світової низькочастотної радіоастрономії. Отже, на початку 1970-х років на земній кулі (і саме в Україні!) з'явився найбільший у світі радіотелескоп декаметрових хвиль УТР-2 (Український Т-подібний Радіотелескоп, друга модель) [1].

Протягом 1983—2001 років Семен Якович писав спогади про своє життя, охоплюючи період з 1910-х років до початку третього тисячоліття. Писав не для широкого загалу, а для себе і близь-



ких. Проте за нашим проханням дочка Семена Яковича Ірина Семенівна люб'язно дозволила нам опублікувати один з фрагментів (написаний у середині 1980-х років), де відмічено роль Бориса Євгеновича у цей революційний для низькочастотної радіоастрономії час та ставлення Семена Яковича до цієї унікальної людини.

*«...Теперь я хочу немного прерваться и поговорить о нашем Президенте Борисе Евгеньевиче Патоне. Патон — личность широко известная, и поэтому опишу лишь свои личные впечатления, которые накопились почти за 1/4 века общения с ним. До 1962 года, когда Б. Е. Патон был вице-президентом АН УССР, я знал о нем только понаслышке. Знал, что он сын знаменитого строителя мостов и зачинателя применения сварки Е. О. Патона, которого я несколько раз наблюдал в его бытность вице-президентом. Лично с Е. О. Патоном я не встречался, но слышал о нем многое, в основном положительное. С Б. Е. Патоном я начал взаимодействовать в связи со строительством УТР-2. В Борисе Евгеньевиче меня прежде всего поразил тот интерес, с которым он слушал собеседника. Я ему рассказывал о радиоастрономии, перспективах, предмете, который крайне не далек от сварки и других вопросов, которыми он занимался. Он слушал внимательно, задавал вопросы, свидетельствующие об его неподдельном интересе к предмету разговора, вникал в суть дела, спрашивал, как обстоят дела в этой области за рубежом, интересовался, сможем ли мы выйти на мировой уровень и как скоро, и что для этого нужно. Как-то так получилось, что довольно быстро Борис Евгеньевич удостоверялся, что то, что я обещаю, выполняется, и мне можно доверять. За все годы нашего взаимодействия я ни разу не подвел Бориса Евгеньевича. Сейчас я могу сказать, что развитие декаметровой радиоастрономии в Украине целиком обязано активной поддержке Б. Е. Патоном этого направления. Борис Евгеньевич всегда доброжелательно относился к нашим просьбам и проектам, поддерживал и оказывал действенную помощь. Должен сказать, что в том, что Борис Евгеньевич так поступал, нет моей особой заслуги. По моим наблюдениям, он всегда поддерживал настоящее «дело», если он в него верил, и считал, что лицам, это «дело» делающим, можно доверять. Меня всегда потрясала широта взглядов Бориса*

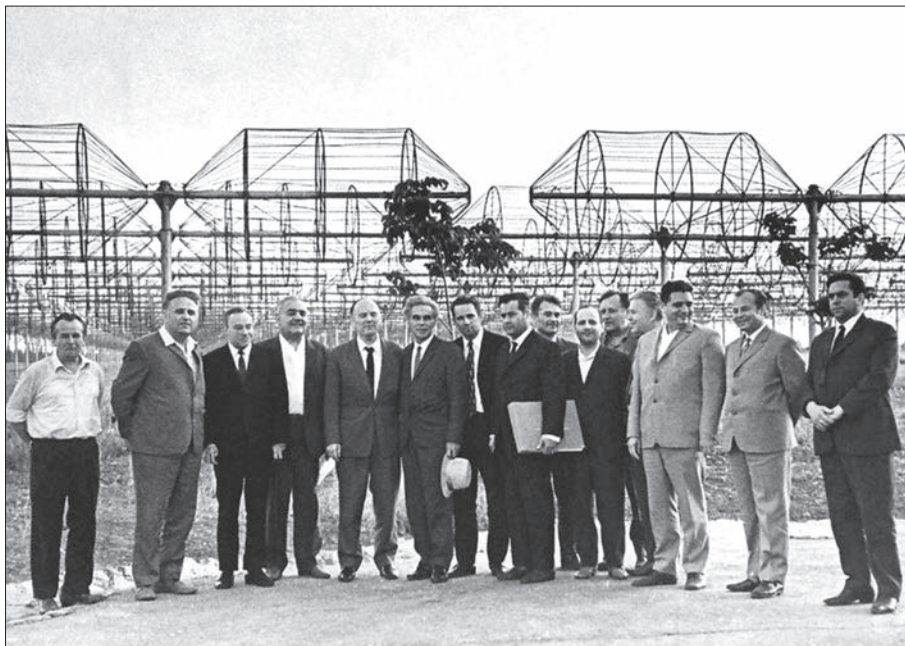
*Евгеньевича. Он поддерживал важные начинания от А до Я, от Археологии до Языкознания. Причем самое удивительное заключалось в том, что с любыми людьми, делавшими «дело», Борис Евгеньевич находил общий язык, общие интересы...»*

До теперішнього часу підтримка низькочастотної радіоастрономії Б. Є. Патоном відіграє визначну роль і має очевидний позитивний вплив на розвиток цієї науки. Тому є багато прикладів. Наведемо лише окремі.

Наприкінці 1970-х років виникла гостра необхідність у створенні в системі Академії наук України нової радіоастрономічної установи, що виявилось дуже непростою задачею. Якби не принципова, далекоглядна і порядна позиція Бориса Євгеновича Патона, то ця важлива для вітчизняної та світової радіоастрономії подія не відбулася б. В результаті у 1985 році був створений перший в колишньому СРСР Радіоастрономічний інститут НАН України на чолі з академіком НАН України Леонідом Миколайовичем Литвиненком.

Не можна не згадати «рятування» радіотелескопа УТР-2 та низькочастотної радіоастрономії в цілому у середині «лихих 90-х». Фактично було припинено фінансування транспортних потреб, електропостачання та інших інфраструктурних видатків, що дуже швидко привело б до знищення найбільшого в світі радіотелескопа декаметрових хвиль. Про це доповіли Борису Євгеновичу, на що він відреагував миттєво — були виділені необхідні кошти, радіотелескоп УТР-2 був врятований і, навіть у ці важкі часи розпочався його поступовий «розквіт».

Особливо яскраво це проявилось у середині 2000-х років. Член Президії НАН України академік НАН України Ярослав Степанович Яцків дізнався, що в усьому світі має місце бурхливий прогрес низькочастотної радіоастрономії, включаючи створення радіотелескопів нового покоління. Стала очевидною загроза втрати пріоритету України у цій актуальній галузі астрономічної науки. Я. С. Яцків доповів про це Борису Євгеновичу. Він знову швидко і з розумінням оцінив ситуацію. На черговому засіданні Президії НАН України було розглянуте відповідне



*Рис. 1.* Президент НАН України Б. Є. Патон і академік НАН України С. Я. Брауде під час виїзного засідання бюро Президії АН УРСР в обсерваторії УТР-2 (червень 1971 р.)

питання і було підтримане виконання нової Цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України, присвяченої модернізації радіотелескопа УТР-2 та перспективному розвитку низькочастотної радіоастрономії в Україні.

Згадана підтримка Бориса Євгеновича Патона, що має місце і досі, дозволила не тільки зберегти унікальні наукові інструменти України — радіотелескопи УТР-2, УРАН-1, УРАН-4 (РІ НАН України), УРАН-2 (ПГО ІГФ ім. С. І. Субботіна НАН України), УРАН-3 (ФМІ ім. В. Г. Карпенка НАН України), що мають статус національного надбання країни, але і у тисячі разів підвищити їхню астрофізичну інформативність — чутливість, роздільну здатність, завадостійкість, багатофункціональність. До того ж поруч з радіотелескопом УТР-2 в обсерваторії ім. С. Я. Брауде створюється додатковий радіотелескоп нового покоління ГУРТ, що має утричі більшу смугу частот і значно покращує можливості радіоастрономічних спостережень об'єктів Всесвіту у декаметровому — метровому діапазонах хвиль. За допомогою вказаних найбільших в світі радіоастрономічних інструментів зроблено величезну кількість астрофізичних відкриттів, що добре відомі та визнані в усьому світі [2—4].

В останні роки в Україні реалізується нова концепція наземно-космічних радіоастрономічних досліджень, яка полягає у синхронних координованих спостереженнях на найбільших у світі українських наземних радіотелескопах і міжнародних космічних місіях WIND, STEREO, «Кассіні», «Джуно», «Солар Орбітер». Крім того, розглядається можливість реалізації вітчизняної місячної місії, у якій планується встановлення низькочастотного радіотелескопа на поверхні Місяця. Подібна багатоантенна синергія відкриває нові можливості у вивченні Всесвіту методами низькочастотної радіоастрономії. Значна частина вказаних досліджень провадиться у рамках проектів Наукової ради з космічних досліджень НАН України, яку очолює Б. Є. Патон.

На рисунках, що додаються до цього огляду (рис. 1—4), представлено деякі події та факти, які мають безпосередній стосунок до Б. Є. Патона як людини, що рішучим чином вплинула на прогрес низькочастотної радіоастрономії в Україні і в світі.

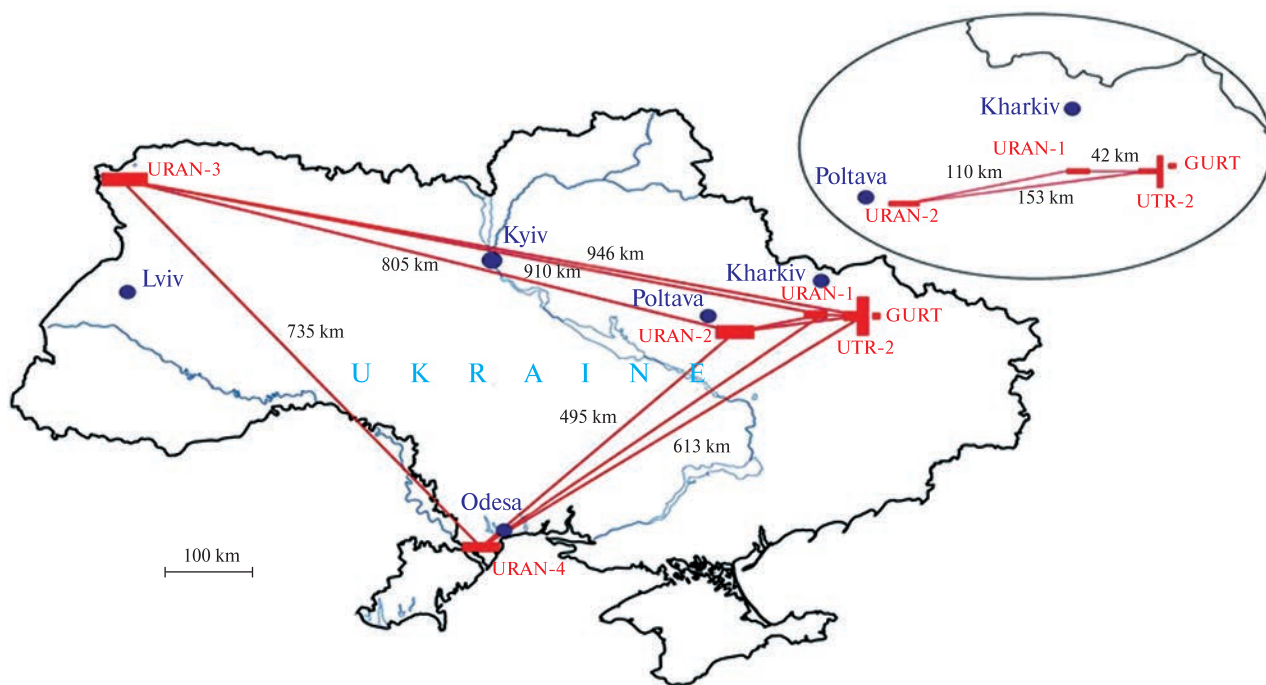
Для з'ясування рівня і якості наукових досліджень дуже важливі оцінки незалежних експертів та конкурентів. Нижче наведено фрагменти деяких незалежних відгуків фахівців на радіо-



**Рис. 2.** Найбільший у світі радіотелескоп декаметрових хвиль УТР-2



**Рис. 3.** Радіотелескоп нового покоління ГУРТ поруч з радіотелескопом УТР-2 в Радіоастрономічній обсерваторії ім. С. Я. Брауде



**Рис. 4.** Розміщення низькочастотних радіотелескопів УТР-2, ГУРТ, УРАН в Україні

астрономічну діяльність в Україні, що були нещодавно підготовлені з різних приводів. Представлені відгуки зроблено у Нідерландах, зараз це є головний конкурент України у галузі низькочастотної радіоастрономії, оскільки саме там створюється нова величезна радіоастрономічна система LOFAR. До неї входять низькочастотні радіоастрономічні станції у країнах Євросоюзу —

у Нідерландах, Франції, Німеччині, Великій Британії, Ірландії, Швеції, Польщі, Латвії.

*«... Побудова світових низькочастотних радіотелескопів нового покоління базувалася значною мірою на ідеях українських вчених, які створили багато десятків років тому найбільший низькочастотний радіотелескоп, що став попередником*



усіх сучасних інструментів. Ефективна робота українських вчених з використання і модернізації відповідних радіотелескопів протягом останніх сорока років дала можливість виконати величезний об'єм наукових досліджень, що дозволили відкрити спектральні лінії і пульсари (включаючи індивідуальні імпульси) на цих дуже низьких частотах; вивчити позагалактичні явища, такі як квазари і активні галактичні ядра; радіотранзєєнти; радіовипромінювання планет та багато іншого. Такий радіотелескоп, як УТР-2, був головним у відкритті абсолютно нового вікна у Всесвіт, а наукове відродження відповідних дуже низькочастотних спостережень було видатним». (Проф. М. А. Гарретт, Генеральний директор і науковий директор Нідерландського інституту радіоастрономії ASTRON, Нідерланди, 4 березня 2016 р.)

«...У цій визначній галузі астрономії харківська команда була піонером та лідером досліджень протягом 40 років. Вражає, що вони не тільки впровадили нові технічні підходи задля вирішення існуючих проблем, але і забезпечили отримання величезної кількості важливих наукових результатів». (Проф. Х. Ротгерінг, Директор Обсерваторії Лейдена, керівник оглядових проєктів на LOFAR, Нідерланди, 31 травня 2018 р.)

«...Харківська школа декаметрової радіоастрономії» створила технічні розробки вищого рівня та досягла вищих наукових результатів, які суттєво вплинули на нові покоління науковців та розповсюдили наукові та технічні результати широкій науковій спільноті... Українські радіоастрономи передбачили актуальність роботи у цій області багато десятиліть тому та винахідливо, досвідчено

та наполегливо розробили декілька головних радіоастрономічних систем ранішніх поколінь. Це заслуговує вищого визнання». (Проф. Р. С. Вермеуле, директор Міжнародного радіотелескопа LOFAR (ILT), директор Європейського офісу радіообладнання, 27 червня 2018 р.).

У тому, що низькочастотна радіоастрономія в Україні досягла вельми високого рівня, є безперечна заслуга Президента Національної академії наук України Бориса Євгеновича Патона. Напередодні славетних ювілеїв у житті НАН України у 2018 році радіоастрономи України щиро дякують Борису Євгеновичу та запевняють, що світовий пріоритет України у галузі низькочастотної радіоастрономії буде збережений.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Брауде С. Я., Мень А. В., Содін Л. Г. Радіотелескоп декаметрового діапазону хвиль. Антени. — М.: Зв'язок, 1978. — Вип. 26. — С. 3—14.
2. Коноваленко О. О. Дослідження Всесвіту методами низькочастотної радіоастрономії в Україні // Радіофізика і радіоастрономія. — 2018. — 23, № 1. — С. 3—3.
3. Konovalenko A., Sodin L., Zakharenko V., et al. The modern radio astronomy network in Ukraine: UTR-2, URAN and GURT // Exp. Astron. — 2016. — 42, N 1. — P. 11—48. — DOI: 10.1007/s10686-016-9498-x
4. Zakharenko V., Konovalenko A., Zarka P., et al. Digital Receivers for Low-Frequency Radio Telescopes UTR-2, URAN, GURT // J. Astron. Instrum. — 2016. — 5, N 4. — id. 1641010. — DOI: 10.1142/S2251171716410105
5. Vavilova I. B., Konovalenko A. A., Megn A. V. The beginnings of decameter radio astronomy: pioneering works of Semen Ya. Braude and his followers in Ukraine // Astron. Nachrich. — 2007. — 328, N 5. — P. 420—425.



В. С. Галузинская

## АУРА ИНТЕЛЛЕКТА<sup>1</sup>

27 ноября 1918 года состоялось первое общее учредительное собрание Украинской академии наук (УАН), на котором избрали председателя-президента Владимира Вернадского и постоянного секретаря академии Агатангела Крымского. В тот же день в семье профессора КПИ Е. О. Патона, в тихой квартире на территории КПИ, родился второй сын. Едва ли в этой семье предполагали, что под одной крышей живут уже два будущих академика едва состоявшейся Украинской Академии наук.

Несколько ранее, 14 ноября 1918 года, был издан приказ гетмана Скоропадского по Министерству народного просвещения об утверждении первичного состава УАН из двенадцати действительных членов академии. Перечислять мы их не будем, но справедливо сказать, что это были двенадцать истинных апостолов идеи украинской государственности. 18 мая 1918 года В. Вернадский из Полтавы писал: «Я полагал бы необходимым, создаваемую академию ввести, возможно, теснее в общение с русской, но не немецкой наукой, — сия связь с славянскими учеными очень желательна».

Там же, но ранее, основоположник сообщает: «Я надеюсь набросать записку об организации Академии наук и привезти ее... в Киев. Мне кажется, надо стать решительно на новый путь, на котором стоит Петроградская академия наук, еще дальше расширив эту организацию. Академия наук не простое общество, не имеющее своих институтов (подобно устарелой по организации, Парижской, которая, впрочем, тоже начинает меняться), но Академия наук есть собрание государственных ученых учреждений: библиотека, архив, геологическая или, если возможно,

географическая карта, национальные музеи, институты для опытных и гуманитарных наук должны быть обставлены достаточными средствами».

Итак, после мучительных споров и долгих препоны, проходивших по принципу «два украинца — три гетмана», обрела себя Академия наук Украины. В очень скором времени ее ждали тяжелые испытания. Власть в Киеве менялась едва ли не ежедневно, и каждая из властей относилась к Академии по-своему. Гетман, Директория, атаман Коновалец, большевики, деникинцы, снова большевики — вот немногие из тех сил, которые поочередно занимали Киев. Директория, например, хотела эвакуировать Академию, деникинцы — закрыть, большевики — парализовать ее деятельность ревизиями как «нелояльную к советской власти». С самых первых дней своего существования новое сообщество ученых проявляло гибкость и способность к сотрудничеству с властью. Например, на требование Директории об эвакуации 25 января 1919 года общее собрание УАН ответило постановлением, где говорилось: «Академия наук как наивысшее научное учреждение не должна покидать Киев и обязана вести без перерыва свою культурно-просветительскую работу, необходимую для народа».

Очень важное заявление. Сегодня, когда многие бодрые реформаторы требуют немедленных инноваций, пора напомнить, что культурно-просветительские функции Академии, предусмотренные основателями, никто не отменял, а слоган «все на продажу» уместен в академии только в самых трагических обстоятельствах.

Большевики сначала не обижали академиков. Выделяли, например, удобные и красивые здания в самом центре Киева. В Левашовском пансионе на Владимирской улице, как вы помните, и по сей день расположен президиум НАН Украины. А вот

<sup>1</sup> Из книги: В. С. Галузинская. Феномен Патона. Портрет в интерьере двух столетий. — К.: Наук. думка, 2010. — 264 с. (Глава 10. Письма из ниоткуда. 3. Письмо второе. Аура интеллекта, 2002. — С. 239—242).

в Коллегии Павла Галагана, на улице Б. Хмельницкого, где сначала строили Национальную библиотеку, сейчас Литературный музей.

Видимо, советская власть понимала, что выжить при ней очень трудно. Поэтому для ученых предусматривались продуктовые пайки, выдавались дрова, керосин и даже галоши. Академикам разрешалось содержать нетрудоспособных членов семьи, но не более трех лиц. Невзирая на эти заботы, ученые одними из первых стали жертвами тяжелейших репрессий советской власти.

Президентами Академии наук Украины были исследователи разных направлений, но люди всегда выдающиеся. Например, геохимик Владимир Вернадский, ботаник Владимир Липский, биолог Даниил Заболотный, медик Александр Богомолец.

27 февраля 1962 года Общее собрание Академии наук УССР избрало президентом академика Бориса Патона. Ничего случайного в этом не было. Проблема научно-технического прогресса и отставания от стран Запада в полной мере встала перед послевоенным советским обществом. В новых условиях лидером мог стать человек, обладающий не только выдающимися личными качествами, но и знающий, «как это делается»: как соединить военную науку и производство, а потом получить сугубо технический и экономический результат. Иногда этот результат оказывался и политическим.

Сейчас об Академии говорят, что это закрытая корпорация, государство в государстве. Хорошо это? Плохо? Скорее, хорошо, поскольку позволяет обществу иметь золотой человеческий запас, некий интеллектуальный фонд, генерирующий в критических обстоятельствах решения и идеи. Не стоит скрывать, что членство в НАН Украины было и остается самым престижным из всех предлагаемых обществом поощрений. Двадцать лет, — с середины 60-х до середины 80-х годов прошедшего столетия, — именуемые прессой «периодом застоя», были золотым веком для Академии наук Украины. Дело не только в достижениях ученых конкретно. Сам духовный климат их существования отличался от того, в котором жила страна.

Человек, появившийся здесь, скажем, в середине 60-х годов, мог досадовать на многие обстоятельства — консерватизм, медлительность карьеры,

сложную иерархию. Трудно было только одно — покинуть это сообщество ученых, независимо от того места, которое в нем занимал. Потому что за порогом, как в открытом Космосе, не было воздуха, и каждый с изумлением наблюдал коррозию человеческих, духовных и политических ценностей в государстве. То есть лицемерие было уже нестерпимым, цинизм — беспредельным, а декларируемые цели — далекими от реальности.

Иными словами, в Академии человек имел отношение к тому, что при любых переменах общественной жизни остается заслуживающим уважения, — к науке, а аура интеллекта без всякого партийного благословения осеняла тех, кто исследовал звездное небо или искал в полях и заповедниках травы, еще не изученные натуралистами.

А вообще, как у всякого есть «свой Пушкин» и «свой Шевченко», так у причастных — своя Академия наук. Пока публика митинговала, кто-то, возможно, не отрываясь смотрел в электронный микроскоп или на пламя сварочной дуги. В разгар так называемой перестройки, когда люди в недоумении метались по улицам в поисках самой простой еды, а рэкетеры деловито и методически навешали киоски, мне случилось попасть в Институт электросварки.

В большом зале, заполненном станками и приборами, разговаривали, отвечали на телефонные звонки, входили, выходили и принимали посетителей. А почти в самом центре невозмутимо сидел господин в берете и, ни на секунду не отвлекаясь, копался в высоком и блестящем металлическом сосуде, сильно напоминающем обычное ведро. Делал он это настолько сосредоточенно, что, не выдержав, я спросила — зачем этот сосуд, и что он там внутри делает? «Это, — ответил он, — будет производить новые виды металла в космосе». И замолчал. Больше отвлекать его я не решилась...

Вот так выглядел типичный академический человек в момент одного из самых острых катаклизмов нашего времени, когда большая часть общества пыталась выжить, а меньшая — что-нибудь приватизировать. Уверена, что «двойник» этого ученого сидел где-нибудь в архиве, сосредоточенно размышляя, например, о роли масонских лож в истории Украины в начале прошедшего столетия. У каждого из этих людей — своя академия. Они видят фрагмент, осколок. Всю картину видит президент. В сложный момент

истории он не позволил реорганизовать Академию «по парижскому и берлинскому типу», не пошел на поводу хищных потребителей грантов, которые пытались «до основания, а затем...»

...Сейчас часто сетуют, что молодежь не идет «в ученые». Ну что, же — всему свое время. Думаю, академик Борис Патон хорошо понимает, что наступит и такой момент, когда обогатившийся бизнес сочтет за честь вкладывать деньги в академическую науку. А новый выходец с полтавских просторов, с благородным профилем Григория Саввича Сквороды, поспешит занять свое место среди ученых будущего. Украинского будущего...

## И ЭТО ВСЕ О НЕМ<sup>1</sup>

*Кто знает мрак души людской,  
Ее восторги и печали?!*

Н. ГУМИЛЕВ

Однажды мне случилось познакомиться с очень необычным человеком. Это было в начале 80-х годов прошедшего столетия, когда представление о Западе было и романтическим, и восторженным.

«Прекрасное далеко», которому официально не рекомендовалось подражать, куда почти бессмысленно было стремиться обычному человеку в любой роли, кроме, конечно, жалкой роли эмигранта, познавалось в основном из художественной литературы.

Но какая удивительная это была литература — сегодня уже классика, шедевры прозы XX столетия, бережно и благоговейно переведенные тогда на русский и украинский языки. Не собираюсь их перечислять, но скажу, что начиналось это познание, эта полоса счастья с американца Хэмингуэя, немца Ремарка, англичанина Ивлина Во и, скажем, французки Франсуазы Саган.

Границы страны, в которой мы жили, были непроницаемы для международного «ширпотреба» сегодняшнего дня, а также необъяснимо холуйского, глупо подражательного отношения к Западу. Карпатский эдельвейс, дивный цветок отечественных гор, почему-то имеющий немецкое название, едва ли вырастет в Париже. Равно как и многие социаль-



ные технологии бессмысленны в условиях просто детской растерянности одних людей и хищной, наглой, совсем нетипично западной повадки других.

Человек, о котором я завела речь, большую часть взрослой жизни провел на Западе. В качестве кого? Разведчика, разумеется. Но это выяснилось не сразу. Самый обычный был человек, веселый, неопределенного возраста. Легко изображал рубаху-парня в случайной компании. Но мог быть въедливо официален, если ему что-нибудь не нравилось. Не нравились ему обычно посторонние люди. А еще какая-то тень бездомовья и слишком долгой работы витала над ним. Как если бы он вернулся домой после долгой работы или войны, а вокруг все слишком переменялось. Действительно, тень конца витала над началом распада державы. И эта «тень» ему активно не нравилась. Ну, а прежде чем подружиться с кем-нибудь, он тщательно изучал вопрос. Довольно специфическими методами. Какими? Почитайте детективы.

<sup>1</sup> Из книги В. С. Галузинская. Феномен Патона. Портрет в интерьере двух столетий. — Киев: Наук. думка, 2010. — 264 с. (Глава 6. И это все о нем. — С. 167—169).

Надо сказать, что это меня развлекало. Но иногда и сердило. Зачем это? — однажды спросила я. А он, подумав, ответил: «Другие люди знают о человеке намного больше, чем он знает о себе сам».

Вот ради этой фразы я и рассказываю эту историю. Надо же, я сама знаю о себе меньше, чем другие люди? Это как бы немного обидно, но очень интересно, расширяет границы личности.

Звали этого человека Валерий Иванович Н. Даже спустя много лет я не решаюсь назвать его имя полностью. Очень скоро, прямо на глазах он из полковника стал генерал-полковником. И что особенно удивительно, он отлично знал Академию наук СССР с какой-то своей, особенной стороны.

Эта сторона, во-первых — сохранение государственных тайн, а во-вторых — научно-техническая разведка, результаты которой, кроме прочих учреждений, обязательно предоставлялись Академии наук СССР, о чем говорить и тогда, и сейчас было не принято.

Не скажу, что получила от этого человека уроки человеколюбия, но уроки человековедения — наверняка. Равно как и понимание того, что внутренняя политика государства связана с внешней политикой, что особенно важно осознать сегодня.

Однажды, занятая очередной книгой, я спросила, что этот человек думает о Патоне?

Он призадумался, улыбнулся и сказал:

— Патон — это наше все.