

**О. П. ЛІТВИНОВ**, канд. техн. наук., Приазовський державний техн. ун-т, Маріуполь

## **ПОЧАТОК РОЗВИТКУ РАКЕТОБУДУВАННЯ І ФОРМУВАННЯ ЗВАРЮВАННЯ ЯК ПРОВІДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ РАКЕТ**

Розглянуто історію організації проектування і виготовлення ракет в СРСР і США наприкінці 1940-х 1950 х рр.. Показано, як до вирішення проблем ракетобудування було залучено видатних конструкторів, виробничників. Висвітлено значення зварювальних технологій для досягнення необхідної якості ракет-носіїв.

The history projection and production of rockets organization in the USA at the end of 1940–1950-th has been learnt. Many famous constructors and producers were invited to solve the problems of rocket-construction is shown. The meaning of welding technologies is being overviewed to reach the necessary quality of rocket-carriers is illuminated.

Використання реактивної тяги для зброї й розважальних цілей відомо з часів прадавнього Китаю. З ХІХ століття з початку в вигляді фантастичних припущень, а потім і на наукових засадах починається розробка польотів у безповітряний космічний простір, у яких основною рушійною силою планується використання реактивної тяги. Роботам зі створення ракет надається новий напрямок. К. Е. Циолковський першим виконав розрахунки швидкостей космічних апаратів для польотів по навколосемних і міжпланетних траєкторіях, а також розрахунків реактивних сил, необхідних для досягнення цих швидкостей. Їм визначено специфічні вимоги до окремих конструкцій космічних апаратів і устаткуванню, застосовуваному для дослідницьких цілей, вимірів і виконання різного роду технологічних робіт [1]. 19. 07–1.10. 1925 р. в Києві була організована перша в світі виставка з проблем вивчення світового простору. На виставці, зокрема, був представлений експонат міжпланетного відділу – проект атомно-ракетного корабля системи київського інженера О. Федорова. В організації й проведенні виставки активну участь брали інженери, вчені Д. О. Граве, Б. І. Срезневський, В. Г. Шапошніков, Є. О Патон, К. К.Сімінський та ін.

Поступово з'ясувалися і особливості конструкцій ракет, але для реалізації цих планів необхідно було вирішити ряд серйозних проблем, серед яких були й технологічні. Так, житлові й робочі приміщення, баки з рідкими компонентами палива обов'язково мали бути герметичними, двигуни мали бути жаростійкими. Забезпечити ці та інші високі експлуатаційні якості мали спеціальні матеріали і спеціальні технології з'єднання. На початок ХХ століття в промислово розвинутих країнах вже починали застосовувати й інтенсивно вдосконалювали технології виготовлення відповідальних інженерних конструкцій.

Досягнутий на початку 1930-х років науково-технічний рівень у СРСР уже дозволив приступитися до розробки реактивних двигунів і ракет. У Газодинамічній лабораторії (ГДЛ) досліджували роботу спроектованих тут реактивних двигунів, вели пошук матеріалів для сопел і систем палива. В 1931 році була створена й уведена в експлуатацію опитна установка для одержання чотириокису азоту  $N_2O_4$  спеціально для ракетного палива (тетраоксид азоту, до речі, геть застосовується й у цей час як окислювач); знайдено й проведене експериментальне відпрацювання захисних керамічних теплоізоляційних покриттів для камер згоряння на основі двоокису цирконію й окису магнію з рідким склом. У березні 1932 року з ініціативи начальника озброєнь Червоної Армії М. М. Тухачевського на базі ГДЛ і Групи дослідження ракетних двигунів (ГДРД) був створений перший у світі Ракетний науково-дослідний інститут (РНДІ), начальником якого був призначений організатор робіт з ракетної техніки в СРСР І. Т. Клейменов, а його заступником по науковій частині – С.П. Корольов. З 1934 року, коли основна діяльність С. П. Корольова зосередилася на роботі відділу крилатих ракет, заступником начальника РНДІ призначили голову технічної ради інституту Г. Э. Лангемака [3]. Слід відмітити, що сталеві вузли дослідних ракет виготовляли з застосуванням газового зварювання або контактного точкового зварювання, алюмінієві конструкції (з дюралі) клепали, деякі деталі були з латуні й бронзи, які з'єднували за допомогою паяння [4]. Розробкою двигунів зайнявся В. П. Глушко, який вказав, на доцільність використання як окислювачі таких речовин, як азотна кислота, перекис водню, хлорну кислоту і їхні розчини й один в одному. В 1931 році вперше було запропоновано застосувати в ЖРД самозаймисте паливо й хімічне запалювання. У ГДЛ була створена й уведена в експлуатацію в 1931 р. дослідна установка для одержання чотириокиси азоту  $N_2O_4$  (до речі, він застосовується й у цей час як окислювач). Проведено експериментальне відпрацювання захисних керамічних теплоізоляційних покриттів для камер згоряння на основі двоокису цирконію й окису магнію з рідким склом. Вже тоді виникли проблеми з герметичних міцних баків для таких компонентів палива [4]. У США Р. Годдар проводив експерименти з ракетами й різними видами палива. В березні 1926 р. він запустив свою першу ракету з використанням рідкого палива. Застосування ракетної зброї в Другу світову війну, особливо таку, як радянські твердопаливні «катюші» і німецькі А-4 (Фау-2 – ракети V-2.) на рідкому паливі, продемонструвало, що за цією зброєю майбутнє [5].

Історія подальшого розвитку проектування і використання ракетної техніки з різною метою достатньо відома, досліджена істориками і описана в мемуарах. Але значно рідше пишуть про технології виготовлення конструкцій ракет. Метою цього дослідження є виділення історичних обставин і ролі окремих діячів, що сприяли застосуванню зварювання в

ракетобудуванні, та встановлення конкретних прикладів виготовлення в СРСР і США перших типів зварних тактичних ракет і ракет-носіїв космічних апаратів і ядерної зброї [6, 7]. Масове виробництво реактивних пускових установок у СРСР і реактивної техніки в Німеччині стало можливим завдяки застосуванню високих технологій, зокрема – зварки. Так, наприклад, «Фау-1» уявляв з собі суцільнозварний металевий моноплан (довжина фюзеляжу 7,6 м. довжина крила 5,3 м), що мав завантаження до 750 кг вибухівки; на протязі 3-х місяців було випущено 8000 таких зварних виробів [5].

В армії США було створено спеціальні команди («Алсос»), що займалися пошуком документації з німецьких секретних технологій і відповідних спеціалістів. У травні 1945 р німецьких фахівців на чолі з головним конструктором ракети А-4 В. Брауном, документацію, готовими до запуску ракетами та їхні деталі, було захоплено й переправлено до США, де організовано дослідження й іспити німецької ракети. Група радянських фахівців (С. П. Корольов у їхньому числі) була відряджена в Німеччину, Чехословаччину, Австрію для ретельного дослідження того, що залишилося від німецької ракетної техніки [4].

Наприкінці 1945 р. у США розгортаються роботи по створенню стратегического ракетного озброєння. Розвиток ракетобудування почав швидко набирати темпи. Основною технологією з'єднання становиться зварювання (як це й було прийнято в Німеччині при виготовленні А-4) [8]. 16 квітня 1946 р. в США відбувся перший пуск ракети балістичної ракети "Редстоун", основою якої послужила німецька модель. Зварювання паливних баків з алюмінієвих сплавів виконувала компанія "Норт Америкен" В. Браун брав участь у розвитку «космічної програми США», в розробки конструкцій ракет серії "Сатурн". Найважливішою технологією з'єднання в ракетобудуванні США стало дугове зварювання в інертних газах. Тільки при виготовленні самого маленького з резервуарів для пального і рідкого кисню першої ступені "Сатурн 1" діаметром 1,78м, виконано більш 120 м зварених швів, що йдуть як подовжньо, так і по окружності. Способи дугового зварювання в інертному газі (аргоні або гелії) усе ширше використовували для кріплення захисних оболонок ракет і їхніх конусів із системами наведення. Але з рідкопаливними ракетами виникли неприємності. Через порушення герметичності баків (зокрема із-за неякісних зварних з'єднань) рідинних ракет класу «Титан» вони не витримували норм зберігання на стартовій позицій (тобто в заправленому стані). Тому подальше було форсовано розробку твердопаливних ракет і на озброєння США послідовно були здані тактичні ракети «Поляріс» морського базування, міжконтинентальні ракети «Мінітмен-1», «Мінітмен-111», «М-М-Х» наземного й «Трайдент» морського базування. При виготовленні корпусу балістичної ракети "Юпітер" з алюмінієвих сплавів було виконано більш

300м зварених швів. Способи дугового зварювання в інертному газі пізніше були застосовані для з'єднання елементів зі сталі компанією "Сан Шипбилдинг енд Драй Докою" для виробництва ракет діаметром 6,6м і висотою 18,3м. Такими ж способами були зварені конструкції міжконтинентальної балістичної ракети "Атлас" з нержавіючої сталі, повітряні резервуари "Боїнгів" і елементи тактичних ракет з титану [9, 10].

Але войовничі правлячі кола США не чикали поки буде розгорнуто виробництво ракет-носіїв ядерної зброї, и зробило основну ставку на розвиток авіації. Навколо кордонів Радянського Союзу і дружніх йому країн було побудовано військові бази, з яких літаки були спроможні досягти адміністративні центри і промислові регіони. Відповісти на ці «міропріємства», захистити країну можна було тільки за допомогою ракетно-ядерної зброї. 1 травня 1946 р. була прийнята Постанова № 1017-419сс Ради міністрів СРСР про розвиток ракетного озброєння, що його підписав Голова Раднаркому СРСР Й. В. Сталін. Було створено Комітет по реактивній техніці при Раді Міністрів СРСР під головуванням Г. М. Маленкова, а в Держплані СРСР – відділ з ракетної техніки, визначені провідні міністерства. В системі нового напрямку оборонної промисловості – ракетобудування був організований Державний союзний науково-дослідницький інститут №88 (пізніше відомий як ЦНДІМаш – п/с 1000, зараз Російська корпорація «Енергія») – головна організація по створенню в країні ракетної техніки [3]. Прагнучи перевершити противника, творці ракет – носіїв і творці ядерних боеголовок пропонували усе нові й нові оригінальні ідеї. Звичайно, до реалізації кожної розробки притягувалися, зокрема спеціалісти, що мали займатися новими технологіями.

Створення ракетно-космічної галузі можливо тільки міцної індустріально-розвинутої державі. Зруйновану і гіпертрофовану війною економіку СРСР було відроджено за першу післявоєнну п'ятирічку. Більш того, нарощувалися потужності металургії, енергетики, створювалися нові технології обробки матеріалів то що. Ракетобудівної галузі керівництво Радянського Союзу приділяло особливу увагу. Жорсткий контроль за виконанням робіт здійснював Л. П. Берія, особливу увагу приділяв Й. В. Сталін. Самовіддано, і за совість, і за страх працювали колективи КБ, НДІ і заводи на чолі з Головними конструкторами і директорами - керівниками, компетентність, ділові якості, авторитет яких повністю відповідали поставленим завданням. Гроші на озброєння в СРСР витрачали економно. В виробництві бойових ракетних комплексів брали участь десятки установ і підприємств. Атомщики, радіотехніки, машинобудівники, оборонні відомства представляли свої розрахунки на вирішення конкретних завдань в інститут "Агат", звідкіля після ревізії доповідали міністру загального машинобудування С. О. Афанасьєву. Цей ерудований чоловік грамотно і чітко вирішував складніші організаційні, а часто і технічні

проблеми ракетобудування. В кабінеті, де він проводив колегію міністерства, де доповідали Головні, провідні конструктори, директори, де розбиралися причини аварій, вирішувалася доля тієї чи іншої йдеї висів лозунг: «Кто хочет сделать дело – тот ищет способ. Кто не хочет – ищет причину» [3]. Стрімкий взлет ракетної техніки в Радянському Союзі зокрема пов'язаний з організаційним підходом до вирішення багаточисленних проблем принципово нової техніки. В створенні складових першого покоління ракетно – космічної техніки брали участь багато видатних спеціалістів-конструкторів, інженерів, винахідників. Для вирішення проблем були притягнуті сотні установ, конструкторських бюро, заводів. Керівництво країни надало творцям ракетно-космічної техніки надзвичайні повноваження.

У філії №1 НДІ-88, яку очолив С. П. Корольов, працювали співробітники В. Брауна, яких не встигли захопити американці [4]. В СРСР. перші запуски трофейних німецьких ракет, зібраних з розрізаних частин відбулися з полігона Капустин Яр 18 жовтня 1947 р. В цих ракетах була повторена технологія виробництва, яку застосовували німці в Патдемюнде, тобто було виготовлено суцільнозварний моноплан, що був спроможний нести до 750 кг. вибухівки на відстань до 255 км. Контейнер для вибухівки у формі усіченого конуса з маловуглецевою сталі, конструкції фюзеляжу і крила виготовляли точковим контактним зварюванням, паливні баки для турбогвинтового двигуна й балони для стиснутого повітря виготовляли також зі сталі за допомогою ручного дугового зварювання [11]. Більшість запусків були невдалими – ракети літали погано, що пояснювалося перш за все недосконалістю технологій виготовлення.

Але в тому ж 1947 р. стартувала сконструйована під керівництвом С. П. Корольова ракета Р-1, в основному виготовлена з вітчизняних матеріалів; вона була більш надійна. Дальність польоту становила 270км. У створенні цієї ракети брали участь чотирнадцять науково-дослідних і конструкторських бюро, колективи тридцяти шести заводів [12]. Фюзеляж, пір'я рулів і крила виготовлені за допомогою клепання. Наступного року стартувала ракета Р-2, головна частина й несучий бак якої відокремлювалися. Організація продовжувала інтенсивно працювати, розширювалося коло НДІ, КБ, заводів, що забезпечували конструкторську й виробничу діяльність сфери ракетобудування. С. П. Корольов об'єднав зусилля ракетників з спеціалістами в галузях двигунобудівництва, автоматичного управління, конструкторів стартових комплексів та інших і поставив завдання, що вимагали нових неординарних рішень. Причому, у наслідок холодної війни країна опинилась не тільки в економічній, а й інформаційній блокаді. Але як незабаром з'ясувалося, вітчизняні розробки випередили досягнення закордонних колег-опонентів [13].

Стало вочевидь, що ракетно-космічна техніка має створюватися об'єднаними зусиллями багатьох колективів науковців, виробничників, військовослужбовців, але вони на той час належали до різних міністерств, відомств, і у кожного з них були різні інтереси, різна тематика роботи. Й. В. Сталін терміново зібрав нараду у Кремлі, де заслухав хід справ з ракетобудуванням і виступив з промовою о необхідності прискорити створення ракетно-ядерного щита. С. П. Корольов розповів про хід робіт над ракетою Р-2. Уряд СРСР прийшов до ідеї створення спеціального комітету з ракетної техніці. У серпень 1949 року в Семіпалатинську випробувана вперше в СРСР атомна бомба потужністю 22 кілотонни. Тепер треба було виконати не менш складне завдання – забезпечення гарантованої доставки ядерного заряду до ймовірного супротивника, у тому числі що міг знаходитися на іншому континенті. За короткий термін було спроектовано і виготовлено і випробувано першу стратегічну ракету Р-5. Попередні вишукування по створенню ракети Р-7 почалися в 1950 році при виконанні робіт з теми Н-3 і Т-1: «Дослідження перспектив створення РДД різних типів з дальністю польоту 5-10 тис. км із масою бойової частини 1-10 тонн». Тема виконувалася по постанові Уряду СРСР. До роботи серед інших притягувалися установи, що займалися розробкою нових матеріалів і технологіями їхнього зварювання – Центральний аерогідродинамічний інститут (ЦАГІ), Центральний інститут авіаційних матеріалів (ЦІАМ) і інші КБ, НДІ. При виконанні теми було досліджено широке коло проблем і намічені шляхи їхнього рішення, зазначена принципова можливість створення складених балістичних ракет, що працюють на компонентах палива: рідкий кисень-газ з корисним вантажем 3–5 тонн. У лютому 1954 року були погоджені етапи відпрацювання ракети й 20 травня 1954 року було прийнято постанову по розробці двоступінчастої балістичної ракети Р-7 (8ДО71) [4].

Конструкція Р-7 принципово відрізнялася від усіх раніше розроблених ракет своєю компоновочною силовою схемою. Вона складалася із чотирьох однакових бічних блоків, які кріпилися до центрального блоку. Паливні баки всіх блоків були несучими. Конструктивна схема ракети ставала класичною. Двигуни всіх 5-ти блоків починали працювати із землі. При поділі ступенів бічні двигуни вимикалися й одночасно відділялися від центральної частини, що продовжувала політ. Перший пуск відбувся 15 травня 1957 року. За візуальними спостереженнями здавалося, що політ протікав нормально. Однак при обробці телевимірювань з'ясувалося, що на 98 секунд відвалився бічний блок. Другий і третій пуски були теж невдалими. Четвертий пуск 21 серпня 1957 року виявився успішним, і ракета вперше досягла визначеного програмою район. 21 серпня 1957 відбувся успішний пуск першої міжконтинентальної балістичної ракети. Ці випробування наочно демонстрували досягнення Радянського Союзу в багатьох науково –

технічних напрямках, зокрема в сфері високих виробничих технологій [13]. Виявилися й недоліки, основний з яких було руйнування головної частини в щільних шарах атмосфери. Науково-дослідний інститут авіаційних технологій (НІАТ), Інститут Електрозварювання ім. Є. О. Патона і деякі лабораторія зварювання підприємств авіаракетної галузі почали розробку надійних технологій з'єднання конструкцій ракет. (В наслідок майбутні радянські рідинні ракети зможуть виготовити більш надійно - термін їхнього зберігання в заправленому стані перевищив світові показники й зараз уже становить понад 20 років.)

Початком космічної ери по праву вважається запуск в СРСР 4.10.1957 р. першого в світі штучного супутника Землі. (Двоступінчасті ракети Р-7 («Спутник») забезпечила запуск перших 3-х штучних супутників Землі.) Але якщо для більшості людей світу це означало початок освоєння космічного простору, уряди й військові розуміли, що завершився перший етап гонки за ракетно – ядерний паритет. Розвиток бойових ракетних комплексів в СРСР проходив з основною ідеєю – “стримування”, припинення бажання безкарно нанести ядерний удар. СРСР не був ініціатором холодної війни і гонці озброєнь, і весь час мав доганяти у цієї гонці. Основне завдання усіх, хто займався зброєю, було створення такої зброї, яка б лишала переваги іншу сторону. Постановою от 20 січня 1960 року розгорталася серійне виробництво міжконтинентальна балістична ракета Р-7 у двох-, трьох- і чотирьохступенчатих варіантах. Триступінчасті й чотирьохступенчати ракети Р-7 дозволили почати дослідження далекого космосу й Місяця, а також здійснювати запуск станцій до планет Марс і Венери [13].

Після запуску першого штучного супутнику Землі стався поворот в темпах розвитку військової техніки. В США боляче сприйняли той факт, що СРСР вийшов на новий рівень озброєнь. Уряд США, задоволений наявністю військових баз навколо СРСР, літаки з яких могли доставити й скинути ядерні бомби аж на Москву, Київ та інші міста й регіони країни., дещо послабив увагу до ракетобудування. До того ж, крім суугобо конструкторських і технологічних проблем, виникли і організаційно-юридичні колізії. Вдова видатного американського вченого в галузі ракетної техніки Р. Годдара обвинуватила В. Брауна в використанні технічних рішень, на які отримав патенти її чоловік. Правда, ця проблема незабаром була вирішена, але залишалися інші – конструкторсько-технологічні., й в США починають інтенсивний пошук тепер вже засобів захисту від радянської зброї, створення протиракетної оборони від СРСР. Звісно, гонка озброєнь обходилася значними затратами, але з точки зору історії техніки сприяла прискореному розвитку матеріалознавства, розробки нових спеціальних сплавів і технологій зварювання. Винаходи, досягнення в розробки нових технологій на замовлення ракетників використовувалися і в

інших галузях промисловості. Майже відразу після створення вдалих конструкцій ракет-носіїв, вони почали застосовуватися в вирішенні потреб народного господарства: метеорогічних і геологічних дослідженнях, радіо- і телезв'язку то що.

**Висновки:**

1. Швидкі темпи розбудови ракетної техніки в Радянському Союзі зокрема пов'язані з організаційним підходом уряду до вирішення багаточислених проблем створення нової техніки, зокрема виробничих технологій. В СРСР було створено спеціального комітету з ракетної техніці, до ракетобудуванні були залучено багато установ і підприємств.

2. Випробування перших ракет в СРСР і США показало, що із-за невідосконалених технологій, зокрема із-за неякісних зварних з'єднань, не вдається досягнути запроєктовані тактико-технічні данні, при випробуваннях траплялися аварії.

3. Вимоги до якості ракет різного призначення поставило питання про вдосконалення зварювальних технологій. Це завдання було вирішено достатньо швидко, що забезпечило успішні запуски ракет-носіїв як в СРСР, так і в США.

**Список літератури:** 1. *Волченко В. Н., Бутаков В. И., Белоногов А. П.* «К. Э. Циолковский и проблемы космической индустриализации. /Труды 20 чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского, Калуга, 17-20 сентября 1985г. Секция «К. Э. Циолковский и проблемы космического производства» М.: - 1987. - С.46-52. 2. *Мишин В. П.* Космонавтика / УРЕ –К.: Головна ред. УРЕ. 1980. –т.5 –С.442 3. *Губарев В. С.* Русский космос. –М.: Алгоритм - Экмо. -2006. -464с. 4. *Калашиников М.* Битва за небеса. –М.: ООО «Издательств «Астрель». -2003. -704с. 5. *Jefferson T. B.* Robot bombs by welding //Welding Engineer. -1945. -№10. – P.44-55. 6. *An industry in retrospect 50 year progress* // Welding journal — 1969. — № 4. — P. 165–169. 7. *Губарев В. С.* Ракетный щит империи. –М.: Алгоритм - Экмо. -2006. -400с. 8. *24. Bangs S.* Space Orbiter Cabin Extends Aluminium Welding Capacity // Welding Des. — 1976. — № 4. — 71 p. 9. *Welding aluminum space launch vehicles / S. A. Agnew, N. E. Anderson, C. R. Felmley et al.* //Welding journal. – 1964. – №11. – P. 932-936. 10. *Bangs S.* Space Orbiter Cabin Extends Aluminium Welding Capacity //Welding Des. — 1976. — № 4. — P.71 -73. 11. *Космонавтика СРСР* /Главн. Редактор Мозжорин Ю. А., укладачі Гильберг Л. А., Еременко А. М.: «Машинобудування», «Планета», 1986. – 491 12. *От противостояния к международному сотрудничеству* /Под общ. ред. С. Н. Конохова.- Д.: АРТ-ПРЕСС, 2004. - 768с. 13. *Призваны временем.. Ракеты и космические аппараты* Конструкторского бюро «Південне». /Под общ. ред. С. Н. Конохова. - Д.: АРТ-ПРЕСС, 2004. -232с. 14. *Космос: Технології, матеріалознавство, конструкції: Сб. научн. тр./ Під ред. Б. Е. Патона.- Київ: ІЭС ім. Е. О. Патона НАН України, 2000. - 528 с* 15. *Welding aluminum space launch vehicles / S. A. Agnew, N. E. Anderson, C. R. Felmley et al.* // Ibid. - 1964. - №11. - P. 932-936.

*Надійшла до редколегії 06. 03. 08*