
Коллектив КБ «Южное» свято чтит традиції, заложенные этим видающимся конструктором, учёным, большой души человеком, в котором счастливо сочетались самые яркие черты представителя своего поколення и своей особой професии и для которого процесс творческого поиска,

рождения идей и их активной реализации был повседневным делом жизни. Эти традиции живут и поныне, являясь источником преемственности поколений, школой творчества и гражданского долга.

Но главную память о Янгеле хранят его ракеты, которые он учил летать.

Получено 02.12.2011

О.В. Дегтярев

Михайло Кузьмич Янгель (штрихи до портрету)

Короткий начерк щодо особистості М.К.Янгеля та видатних заслуг останнього в ракетобудуванні з погляду людини, що є продовжувачем його справи.

О.М. Корнієнко

М. К. Янгель біля витоків вітчизняного ракетобудування

Висвітлено життєвий шлях академіка М.К.Янгеля, його внесок у розвиток вітчизняного ракетобудування, забезпечення обороноздатності СРСР.

Сім'я, освіта, початок трудової діяльності

Михайло Кузьмич Янгель народився 25 жовтня (7 листопада) 1911 року в селі Зирянна (тепер Нижньоілімського району Іркутської області). Родина Янгелів походила із с. Рижики Чернігівської губернії. У 1894 році Лаврентія Павловича Янгеля було засуджено до каторжних робіт і на довічне поселення в Сибіру «за бунтарство». Мабуть, при офіційному оформленні у сибіряки козацького потомка на прізвище «Янгол» перейменували на «Янгеля». Але був також переказ про те, що прізвище сягає початком Запорізької Січі й походить від слова «янга». Поселенці Нижньоілімської (Тушамської) слободи і тунгуси поважали його за

доброту, працелюбство, освіченість. За вісім років роботи на Ленських золотих копальнях голова сім'ї підірвав здоров'я. Підросли і почали заробляти на життя діти. З батьком у Нижньоілімській слободі залишився старший син Леонтій, а молодший Кузьма пішов наймитувати в сусіднє село Зирянна, зайнявся заготівлею хутра, оженився на Ганні Перфільєвій. У них народилося 12 дітей. Майбутній академік Михайло був їх шостою дитиною. Дід Лаврентій багато розповідав онукам про Україну, запорізьких козаків. Прищеплювали в родині Янгелів любов до знань, повагу до книг, до класичної літератури. Михайло успадкував від ді-



да самостійність мислення, впертість, навіть безстрашність у відстоюванні своїх ідей, одержимість у праці, шанобливе ставлення до людей, прагматизм (слід відзначити, що ці риси його характеру визнавали не лише колеги, але й замовники та керівники найвищого рангу). Мабуть, з дитинства почала розвиватися й харизматичність, без якої М.К.Янгель не став би найавторитетнішим керівником тисяч людей, серед яких були і видатні неординарні особистості: учені, конструктори, висококласні робітники.

Михайло спочатку навчався у Зиряннівській школі, потім у Нижньоілімському початковому училищі. У 1926 році переїхав до Москви, де тоді вчилися його старші брати: Костянтин — в Гірничій академії, Олександр — у Військовій академії ім. М.В.Фрунзе. М.К.Янгель продовжив навчання в школі, поєднуючи його з роботою на виробництві, вступив до фабрично-

заводського училища при текстильній фабриці імені Червоної Армії і Флоту в м.Красноармійську Московської області, працював ткачем, а потім помічником майстра. У 1931 році він став членом ВКП(б) і був направлений на навчання в Московський авіаційний інститут ім. С.Орджонікідзе (МАІ), який закінчив з відзнакою у 1937 році. У 1935 році ще студентом М.К.Янгель влаштувався на роботу в авіаційне КБ М.М.Полікарпова — «короля винищувачів» того часу, виконав там дипломний проект. Після закінчення інституту тут він працював 10 років поспіль, на посаді конструктора другої категорії, потім помічником головного конструктора, провідним інженером літака ВІТ-2, заступником директора заводу, брав участь у розробці винищувачів І-16 і І-17, двомоторного винищувача для супроводу далеких бомбардувальників та інших літаків, був відряджений до США на фірми Сіверського, «Дуглас» і «Райт» для придбання конструкторської і технологічної документації на виробництво літаків і моторів [1—3].

Ще у 1935 р., навчаючись у МАІ, Михайло Кузьмич познайомився з першокурсницею І.В.Стражевою. Згодом вони побралися, жили в маленькій кімнаті. Після закінчення інституту Ірина Вікторівна зайнялася науковою роботою на кафедрі «Аеродинаміка літаків», захистила дисертацію. У 1952 р. сім'я отримала квартиру. Їх діти Людмила і Олександр закінчили МАІ. Михайло Кузьмич став тричі дідусям, в нечасті вільні години із задоволенням грався з онуками Дмитром, Андрієм, Сергієм [2].

З початком Великої Вітчизняної війни М.К. Янгель займається організацією виробництва бойових літаків на евакуйованому до Новосибірська заводі. З 1944 р. він працює в авіацій-

них КБ Ар.І.Мікояна і В.М.Мясищева. У 1947 р. КБ Мясищева розформовують і Янгеля переводять в Міністерство авіаційної промисловості на посаду старшого інженера. У 1948—1950 роках він, вже досвідчений конструктор і керівник виробництва складної техніки, навчається в Академії авіаційної промисловості, після закінчення якої був направлений в науково-дослідний інститут — НДІ-88 — на посаду начальника відділу систем керування в ОКБ-1, яке очолював С.П.Корольов. Тут, у головній організації з ракетобудування, розгорталася боротьба за захист СРСР та інших держав Варшавського договору, створення військової рівноваги з країнами НАТО, стримування агресивних намірів колишніх союзників [1, 3].

«Холодна війна» і проблеми ракетобудування

Президент США Г.Трумен 8 травня 1945 р. підписав наказ про скорочення поставок з ленд-лізу, а 18 серпня, незважаючи на те, що СРСР, виконуючи домовленості, почав воювати проти Японії, США повністю припинили ці поставки. Незабаром були зірвані поставки товарів до СРСР у кредит. Менш ніж за місяць до закінчення другої світової війни США продемонстрували дію своєї нової зброї: скинувши тільки по одній атомній бомбі, знищили японські міста Хіросиму і Нагасаки. А в липні наступного року Пентагон вже розробив проект «Пінчер» — план бомбардування 25 міст СРСР. 5 березня 1946 р. в.м. Фултон (США) экс-прем'єр-міністр Великої Британії У.Черчилль закликав до проведення агресивного економічного й військового курсу щодо Радянського Союзу. Колишні союзники, що за роки другої світової війни

підняли свою економіку і значно розгорнули виробництво зброї, швидко будували навколо СРСР — в країнах Західної Європи, в Туреччині, Кореї, Японії — військові бази. Форсованими темпами виготовляли атомні бомби та стратегічні бомбардувальники для їх доставки. Систематично доповнювалися плани нанесення атомних ударів по містам, промисловим центрам СРСР і країн Східної Європи : «Граббер», «Чаріотир», «Флітвуд», «Дропшот» та інші. У 1950 р. відповідно до списку Координаційного комітету по експортному контролю при НАТО в країні соціалістичного табору було заборонено експортувати чи передавати якимось іншим чином нові технології, обладнання, матеріали, інформацію про досягнення в провідних галузях техніки. Внаслідок такої глобальної блокади СРСР мав самотужки відроджувати зруйновану і гіпертрофовану війною економіку.

Вирішувати проблеми створення нової зброї, розгортання ядерної і ракетно-космічної галузей можливо тільки для міцної індустріально розвинутої держави. І за першу післявоєнну п'ятирічку промисловість Радянського Союзу майже повністю досягла довоєнного рівня. Більше того, нарощувалися потужності металургії, енергетики, створювалися нові технології обробки матеріалів тощо. Значні інновації вносили у розвиток і створення відповідної промислової бази науковці.

Монопольне володіння США ядерною зброєю незабаром було ліквідовано, але СРСР не мав ні військових баз поблизу США, ні засобів доставки зброї на великі відстані. Єдиною можливістю протистояти агресивним намірам керівництва США вкупі з іншими країнами НАТО було швидке створення ракет, спроможних нести зброю на

відстань, достатню для відповіді на запланований напад. На той час (кінець 1950-х років) у жодній з країн таких ракет не було, але деякий досвід був.

На початку 1930-х років у СРСР, США, Німеччині вже реально займалися проблемами ракетної техніки. У Москві й Ленінграді досліджували реактивні двигуни, вели пошук матеріалів для сопел і систем палива, було запропоновано застосовувати рідке самозаймисте і тверде паливо. У березні 1932 року в СРСР був створений перший у світі Ракетний науково-дослідний інститут. У США Р. Годдар проводив експерименти з ракетами й різними видами палива. У березні 1926 р. він запустив свою першу ракету з використанням рідкого палива. Застосування ракетної зброї в другу світову війну, особливо такої, як радянські твердопаливні «катюші» та німецькі А-4 (ракети V-2) на рідкому паливі, продемонструвало, що за цією зброєю майбутнє. В армії США було створено спеціальні команди «Алсос», що займалися пошуком документації з німецьких секретних технологій та захопленням відповідних спеціалістів. У травні 1945 р. німецьких фахівців на чолі з головним конструктором ракети V-2 В. Брауном, документацію, сотню готових ракет було переправлено до США. 16 квітня 1946 року в США відбувся перший пуск балістичної ракети «Редстоун», основою якої послужила німецька ракета V-2 [4—8].

Радянський уряд вже приймав термінові заходи. Від успіхів створення ракет — носіїв ядерних зарядів, від розгортання ракетобудування залежало не тільки існування держави, але і життя населення країни. Згідно з Постановою Ради Міністрів СРСР № 1017-419сс «Вопросы ракетного вооружения» від 13 травня 1946 р. були створені Комі-

тет з реактивної техніки при Раді Міністрів СРСР, відділ з ракетної техніки в Держплані СРСР, визначені провідні міністерства. У системі нового напрямку оборонної промисловості — ракетобудування — був організований Державний союзний науково-дослідний інститут № 88 (пізніше відомий як ЦНДІМаш — п/с 1000, зараз російська корпорація «Енергія») — головна організація зі створення в країні ракетної техніки. Постанова закінчувалася словами: «Считать работы по развитию реактивной техники важнейшей государственной задачей и обязать все министерства и организации выполнять задания по реактивной технике как первоочередные».

Ракетобудівній галузі керівництво Радянського Союзу приділяло особливу увагу. Стрімкий злет ракетної техніки в Радянському Союзі, зокрема, пов'язаний з організаційним підходом до вирішення численних принципово нових проблем. Жорсткий контроль за виконанням робіт здійснював Л.П. Берія, який систематично доповідав Й.В. Сталіну. Крім конструктивно-компоновочної схеми ракетиносія, в ракетний комплекс входять: системи керування, гіроскопічні прилади, стартові позиції, системи транспортування тощо. Для вирішення наукових проблем, проектування і виготовлення кожної складової цього комплексу були притягнуті сотні установ, конструкторських бюро, заводів і підприємств. Самовіддано, на совість, і на страх працювали колективи на чолі з головними конструкторами і директорами — керівниками, компетентність, ділові якості, авторитет яких повністю відповідали поставленим завданням [4, 9—11].

Завдання були дуже складні. Вперше доводилося вирішувати низку супереч-

ливих проблем. Наприклад, маса самої конструкції ракети-носія має бути якомога менша, але баки мають вмещувати якомога більше палива. До того ж при старті на конструкцію діють незвідані досі великі одноразові пікові навантаження, достатні, щоб розплющити будь-який з інших відомих транспортних засобів. У бойовій готовності — заправленому стані — ракета повинна була знаходитися якнайдовше, що вимагало надзвичайної герметичності баків, люків, трубопроводів тощо, але паливо просочувалося і випаровувалося. Сопла двигунів мали витримувати надзвичайно високі температури, а метал корпусу і баків зберігати міцність при нагріванні в атмосфері та охолодженні в космосі. У таких надзвичайно складних умовах експлуатації повинні були чітко функціонувати системи наведення і керування. Переліки таких вимог, тобто технічних завдань і вказівок, займають багато сторінок, причому будь-яке відхилення, будь-який маленький дефект здатні викликати катастрофу. Головний конструктор ОКБ-1 С.П.Корольов об'єднав зусилля спеціалістів у галузях двигунобудівництва, автоматичного керування, стартових комплексів та інших і поставив завдання, що вимагали нових неординарних рішень [7, 12].

Тим часом у США В. Браун брав участь в розробці конструкцій ракет серії «Сатурн». Але з рідкопаливними ракетами виникли неприємності. Через порушення герметичності баків (зокрема внаслідок неякісних зварних з'єднань) ракети класу «Титан» не витримували норм зберігання в заправленому стані на стартовій позиції. Тому далі було форсовано розробку твердопаливних ракет і на озброєння США послідовно були здані тактичні ракети «Поляріс» морського базування, між-

континентальні ракети «Мінитмен-1», «Мінитмен-111», «М-М-Х» наземного й «Трайидент» морського базування [4,5,13].

Розгортання ракетобудівного комплексу в Дніпропетровську і перша недосяжна для противника ракета

31 червня 1951 р. М.К.Янгеля наказом С.П.Корольова було призначено його заступником. Янгель швидко опановував особливості ракетної техніки, познайомився з вимогами замовників і можливостями суміжних КБ і підприємств. Водночас він виробив свої погляди на конструкції бойових ракет, що не співпадали з ідеями Корольова. До того ж у травні 1952 р. М.К.Янгель був призначений директором НДІ-88. Корольов, що опинився у формальному підпорядкуванні молодій менш досвідченій людині, спробував ігнорувати нового начальника, але наштовхнувся на тверде тактичне керівництво Янгеля. З того часу їх відносини мали виключно формальний характер і замість об'єднання зусиль доходили до протистояння. 30 жовтня 1953 р. Янгеля звільняють від посади директора НДІ-88 і призначають головним інженером — заступником директора, що скоротило необхідність контактувати з Корольовим [1,4].

Перші радянські ракети Р-1 і Р-2 (з дальністю польоту 350—600 км, на паливі кисень—спирт), розроблені під керівництвом С.П.Корольова в 1950—1951 рр., були здані на озброєння Радянської Армії. Для забезпечення їх серійного виготовлення 9 травня 1952 р. була прийнята Постанова РМ СРСР «О передаче Министерству вооружения СССР Днепропетровского автомобильного завода». (Будівництво цього великого автомобільного заводу почалося у липні 1944 р., а вже

у 1949 р. з конвеєра почали сходити вантажні автомобілі, а згодом і автомобілі-амфібії). Завод одержав позначення № 586 (п/я 186) і з 1951 по 1955 роки його основні цехи були перепрофільовані, конструкторський відділ заводу, керівником якого був В.С.Будник (в недалекому минулому заступник С.П.Королева), підготував необхідну документацію на серійне виробництво ракет Р-1 і Р-2. Наступні ракети С.П.Корольова були більш конструктивно досконалішими. Паливом був спирт, який при горінні з киснем давав високий питомий імпульс і забезпечував потужну тягу. Але рідкий кисень, що перевозили в звичайних цистернах і зберігали в посудинах, швидко випаровувався [10, 14].

Майже відразу після створення вдалих конструкцій ракет-носіїв вони почали застосовуватися для запуску космічних апаратів з метою вирішення потреб народного господарства: проведення метеорологічних досліджень, здійснення радіо- і телезв'язку тощо. Початком космічної ери людства по праву вважається запуск в СРСР 04.10.1957 р. першого в світі штучного супутника Землі. (Двоступінчасті ракети Р-7 «Супутник» забезпечили запуск перших 3 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. Основним завданням усіх, хто займався зброєю, було створення такої зброї, яка би переважала іншу сторону. Урядовою постановою від 20 січня 1960 року розгорнулося серійне виробництво міжконтинентальної балістичної ракети Р-7 у дво-, три- і чотирьохступінчатих варіантах. Ці ракети дозволили почати дослідження далекого космосу й Місяця, а також здійснювати запуск станцій до планет Марс і Венера [15, 16].

У США починають інтенсивний пошук тепер вже засобів захисту, створення протиракетної оборони від СРСР. Звісно, гонка озброєнь вимагала значних затрат, але сприяла прискореному розвитку матеріалознавства, розробці нових спеціальних сплавів і технологій литва, кування, прокату, зварювання тощо. Розробки нових технологій на замовлення ракетників використовувалися в багатьох галузях промисловості [17].

Але уряд СРСР обтяжував монополізм Корольова, тому в лютому 1953 р. головному конструктору заводу № 586 було доручено розробити ракету-носіїв з більшою дальністю польоту. І хоча на заводі тривав серійний випуск корольовських ракет Р-1 і Р-2 і готувалася до випуску ракета Р-5М, паралельно із цими роботами почалася підготовка цехів і технологічних служб до переходу на виробництво нових ракет. У зв'язку із цим особливе місце в історії ракетної галузі займає 10 квітня 1954 року, коли конструкторський відділ заводу Постановою ЦК КПРС і РМ СРСР № 674-292сс був перетворений на самостійну організацію — Особливе конструкторське бюро № 586 (ОКБ-586, п/с В-2289), яке в 1966 р. отримало назву КБ «Південне» (КБП). Його першим головним конструктором і був призначений Михайло Кузьмич Янгель. Найбільш плідна діяльність М.К.Янгеля як ракетобудівника пов'язана саме з Дніпропетровськом — КБ «Південним» і Дніпропетровським машинобудівним заводом (ДМЗ). КБП він очолював 17 років — до кінця свого життя [1, 11, 18].

У витоків ОКБ «Південне» і співпраця з Південмашзаводом

У серпні 1954 року М.К.Янгель прибув у Дніпропетровськ. З директором заводу № 586 Л.В.Смірновим він

був знайомий по роботам з теми Н-2 «Розробка компоновочної схеми ракети Р-12», а з головним конструктором заводського КБ В.С.Будником — ще зі студентських років. Тепер того було призначено першим заступником М.К.Янгеля. Керівники ВПК країни саме в особі М.К.Янгеля хотіли створити повноцінного конкурента С.П.Корольову. В ерудиції, ділових і людських якостях нового конструктора ніхто не сумнівався. (Неможливо погодитися із думкою Б.Є.Чертока — заступника Корольова — з тим, що: «Если бы два Главных конструктора объединили усилия, а не противодействовали, ракетно-космическая техника получила бы ещё большее развитие») [4]. Саме змагання конструкторських бюро С.П.Корольова, М.К.Янгеля, В.М.Челомея та інших сприяло успіху СРСР в ракетобудуванні [19, 20].

Із січня 1955 року М.К.Янгель почав формувати структуру ОКБ-586 і створювати відділи: дослідних робіт (міцності, систем керування, випробувань, технологічний), конструювання (для корпусів, двигунів, наземного устаткування, тракторів та ін.); лабораторії (пневмогідролічних, вогневих стендових та інших видів випробувань); експериментальне виробництво (слюсарно-механічний, електроприладний, складальний та інші цехи); загально-адміністративні служби. Вочевидь, що успішно керувати усім цим «господарством» могла неабияка людина. Міністр, директор заводу та інші всіляко сприяли розгортанню робіт КБ, допомагали кадрами. Низку досвідчених фахівців було командировано з інших установ. Колектив поповнювався переважно молодими спеціалістами з провідних навчальних закладів країни.

Основним завданням нового КБ була розробка бойових балістичних ракет, що довго зберігаються без доза-

правки. М.К.Янгель організував ефективну діяльність ОКБ-586 за новим напрямком у розробці ракет стратегічного призначення — створення рідинних ракет на висококиплячих компонентах палива і з автономною системою керування. Цикл втілення ідеї у виріб складався з наукових досліджень, конструкторських робіт (загальна схема, компоновання, деталізування), розробки технічних завдань чи вибору готових комплектуючих (двигунів, систем керування тощо), технологічної підготовки (вибір обладнання, розробка оснастки, технологій, нормування й ін.), виготовлення дослідних зразків, випробування їх, корегування документації. Все це покладалося на КБ, а затим проект передавали на завод. Тут у свою чергу необхідно було перевірити нові технології, навчити фахівців, виконати робочі креслення, виготовити дослідний зразок, контролювати якість та ін. Організацію виробництва ракет забезпечував головний інженер заводу № 586 О.М.Макаров, якого у 1961 р. було призначено директором заводу. Дружні стосунки, злагоджена співпраця цих неординарних особистостей сприяли швидкому вирішенню складних проблем, що виникали в процесі створення нової техніки [14].

М.К.Янгель і О.М.Макаров прийняли мудре рішення. Щоб прискорити випробування технологій і конструкцій дослідних зразків, лабораторії ОКБ об'єднали на єдиній території з відповідними підрозділами заводу, ввели дослідне виробництво до складу заводу. Це, зокрема, значно спростило передачу і впровадження нових матеріалів і технологій, що розроблялися науковцями на замовлення КБ. Слід відмітити, що у С.П.Корольова і його наступників була інша система проектування і виготовлення ракет. Тех-

нології спочатку доводилося здавати у відповідному відділі ЦНДІМашу (в Москві або в Підлипках-Калінінграді, тепер м.Корольов), а потім знов припасовувати під виробничі умови і навчати спеціалістів підприємств («Прогрес» у Куйбишеві та ін.). Така організація робіт у порівнянні з тією, яку заснував М.К.Янгель, ускладнювала і гальмувала впровадження нових технологій, зокрема нових способів зварювання. Головний конструктор, ставлячи в основу насамперед нормальні робочі відносини між колективами КБ і заводу і повністю довіряючи заводчанам, не займав позицію непричетного до недоліків і браку, до аварій. «Будемо відповідати разом, — говорив він. — Справа абсолютно нова й не до кінця вивчена, тому недоробки можуть бути як у виробничників, так і в конструкторів». У разі досягнення високих результатів нагороди і заохочення на вимогу М.К.Янгеля також не обходили заводчан. Так, в 1961 р. за створення ракети Р-16 ОКБ-586 було нагороджено орденом Леніна, а завод № 586 — орденом Трудового Червоного Прапора. М.К.Янгеля було представлено до нагородження другою Золотою зіркою, а директора заводу О.М.Макарова — до звання Героя Соціалістичної Праці. Але в процесі обговорення і узгодження у високих партійних і урядових інстанціях Макарова виключили зі списку. М.К.Янгель вимагав достойно відмітити внесок Макарова у створення ракети, а коли йому було відмовлено, заявив, що відмовляється від свого нагородження. Директору заводу все ж таки було присвоєно звання Героя, а багато заводчан отримали інші урядові нагороди.

М.К.Янгель ніколи не забував відмітити внесок у досягнення суміжних організацій, результати яких викорис-

тані у виробі. Так, коли з нагоди успішного пуску Р-12 маршал артилерії М.І.Неделін похвалив працю конструкторів і керівника ОКБ, М.К.Янгель у слові-відповіді відзначив внесок колективів ОКБ-456, НДІ-885, НДІ-10, ДСКБспецмаш, і їх головних конструкторів — В.П. Глушка, М.П. Пилюгіна, М.С. Рязанського, В.І. Кузнєцова, В.П. Барміна [18].

Янгель — організатор і генератор ідей ракетобудування. Наукове та технологічне забезпечення

М.К.Янгель як конструктор з надзвичайно широким світоглядом прекрасно розумів, що вирішення проблемних питань у ракетно-космічній техніці неможливе без активної участі вчених з усіх секторів науки — академічного, галузевого, вузівського. Він широко залучав до активного співробітництва багато організацій країни, у тому числі інститути Академії наук УРСР. У свою чергу інститути прагнули до того, щоб логічним продовженням їх фундаментальних досліджень були прикладні дослідження й розробки в інтересах створення нової техніки і розвивали співробітництво з КБ та заводом. За велику честь вважалося виконання замовлень ракетобудівників. Нові науково-технічні проблеми в кожному поколінні ракет вимагали постійного підвищення рівня технологій і устаткування. У ході їх вирішення склалася справжня творча дружба конструкторів і виробничників із ученими Інституту електрозварювання ім. Є.О.Патона Академії наук УРСР. Б.Є.Патон, директора низки інших інститутів приїздили в Дніпропетровськ, брали участь в нарадах, контролювали роботу своїх співробітників, оперативно вирішували нагальні питання. 7 черв-

ня 1969 р. КБ і завод в супроводі президента АН УРСР Б.Є.Патона відвідував президент АН СРСР М.В.Келдиш. Повне взаєморозуміння й відповідальний державний підхід до проблем ракетобудування О.М.Макарова, М.К.Янгеля й Б.Є.Патона стали прикладом для успішного співробітництва на рівні перших керівників і відповідальних фахівців КБ, підприємств і наукових установ [19, 20].

Перед НДІ, галузевими інститутами і підприємствами металургійної промисловості й машинобудуванням були поставлені завдання дослідити фізико-хімічні властивості та розробити технологічні процеси з більшим експлуатаційним ресурсом, зокрема увага приділялась розвитку матеріалознавства і створенню нових матеріалів з необхідними властивостями. Було приділено увагу проблемам міцності, надійності, аеротермогазодинаміки, балістики й керування, динаміки ракетних двигунів, розробці технологічних процесів виробництва конструкцій з більшим експлуатаційним ресурсом, зокрема розробці спеціальних технологій зварювання, нанесення покриттів і наплавлень й інших технологічних процесів. Вирішення проблем, які виникали на шляху розвитку ракетобудування, сприяли розвитку фундаментальних і прикладних технічних наук, збагачуючи їх новими унікальними науковими даними [20].

Для реалізації ідеї Янгеля щодо «мінометного старту» ракет з пускового контейнера необхідно було дослідити динаміку руху і пружних коливань конструкцій ракети на ділянці виходу з транспортно-пускового контейнера, вирішити комплекс термогазодинамічних і міцнісних проблем. Деякі з досвідчених фахівців навіть не вірили, що можна виштовхувати величезну масу рідини в тонких баках [14, 20].

У процесі створення першої стратегічної ракети Р-12, де були реалізовані нові перші в світі ідеї, започатковано нову науково-конструкторську школу в ракетобудуванні — школу М.К.Янгеля. У наступні роки, розвиваючи взятий напрямок, в ДКБ «Південне» ім. М.К.Янгеля було створено ряд нових зразків балістичних ракет далекої дії, конструктивно й технологічно ще більш довершених, з високими експлуатаційними та енергетичними характеристиками [14, 21].

Значний внесок в галузь ракетобудування зробили вчені й винахідники АН УРСР і КПІ. Так, під керівництвом Г.С.Писаренка та В.Т.Троценка були розроблені критерії міцності й несучої здатності матеріалів та елементів конструкцій. Результатом широкомасштабного й плідного співробітництва між КБ «Південне» та Інститутом проблем матеріалознавства АН України стала розробка під керівництвом І.М.Францевіча й В.І.Трефілова наукових основ створення нових спеціальних конструкційних матеріалів і технологій їх виробництва: теплозахисних матеріалів для головних частин; конструкційних матеріалів для двигунів з високою питомою міцністю й жорсткістю, працездатних при температурах до 3500°C [21].

За замовленнями ПМЗ і КБП в ІЕЗ ім. Є.О.Патона виконані десятки пошукових науково-дослідних робіт зі зварювання й паяння всіх вузлів, контролю якості, ремонту дефектів; створено технологічні процеси й спеціалізоване устаткування для виготовлення великогабаритних просторово-розгалужених конструкцій, у тому числі тонкостінних панелей з легких високоміцних алюмінієвих сплавів; ракетних двигунів, трубчатих і оболонкових виробів з тугоплавких і хімічно актив-

них металів тощо [18, 22]. Довгострокове бойове чергування ракети в заправленому стані при самозаймистих компонентах палива вимагало повної герметичності при наявності більш ніж декількох десятків рознімних з'єднань. М.К. Янгелю належить ідея ампулізації — максимальної герметизації паливних баків, при якій, зокрема, всі заправні магістралі виводили на нижній торець ракети. Значна кількість робіт з герметичності виконана співробітниками КБП і Південмашу разом з ІЕЗ ім. Е.О.Патона. Палива, застосовувані в ракеті, крім токсичності й високої хімічної активності, мали ще й високу капілярну проникність своїх парів, тому найменша негерметичність могла призвести до ушкодження, а то і до запалювання ракет. Спеціально для ракетобудування вперше в світі були розроблені плазмове зварювання на змінному струмі, імпульсно-дугове зварювання електродом, що плавиться, мікроплазмове зварювання, електронно-променеве зварювання у локальних камерах, зварювання вибухом та інші процеси. Новітні технології забезпечили високу якість матеріалів, повну герметизацію з'єднань, надійний контроль [23]. Завдяки цьому М.К.Янгель спромігся реалізувати свою ідею ампулізації ракет [11, 14, 18]. Про високу якість виготовлення ракетно-космічної техніки можна судити хоча б з такого факту. Із 43 контрольних пусків Р-36 (до 1997 р.) було лише шість аварійних, причому не спричинених порушенням герметичності. 17 квітня 1997 р. на Байконурі зробили успішний запуск ракети Р-36, що простояла на чергуванні 19 років [11, 14].

До середини 1960-х років у Дніпропетровську під керівництвом Янгеля був створений значний науковий доробок, спрямований на вирішення

актуальних задач ракетно-космічної техніки. З метою розвитку й поліпшення організації наукових досліджень в основних напрямках ракетобудування в 1966 р. з ініціативи М.К. Янгеля в Дніпропетровську був створено новий спеціалізований академічний підрозділ під офіційною назвою Сектор проблем технічної механіки. У наступні роки він був перетворений на філію, а в 1968 р.— на Відділення Інституту механіки Академії наук України. Сьогодні дітище М.К. Янгеля — Інститут технічної механіки НАН і НКА України — є головним інститутом ракетно-космічної галузі нашої держави. Інститут здійснює науково-технічний супровід робіт Загальнодержавної (Національної) космічної програми України і виконує завдання Національного космічного агентства України з координації науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт в ракетно-космічній галузі [24].

М.К.Янгель — творець суперзброї

Першою стратегічною ракетою Янгеля була дороблена Р-12 (конструкторський індекс проекту ВК65, по американській класифікації — SS-4). За рахунок подовження баків підвищилася кількість палива, а відтак дальність польоту (до 2000 км) і маса ядерного заряду. У березні 1957 р. було проведено перше й успішне вогневе стендове випробування, а перший пуск відбувся 22 червня 1957 року на полігоні Капустін Яр. Він повністю підтвердив тактико-технічні характеристики, що очікувалися. Ця ракета мала багато нових конструктивних досягнень: застосовувалися нові компоненти палива, був прийнятий ряд нових рішень у системі керування ракети, у конструкції іспитового устаткування й пристроїв

для підготовки й пуску. Це була перша у світі ракета з підвищеною оперативністю переводу до повної бойової готовності, автономною інерційною системою керування, що не піддається радіотехнічним перешкодам і забезпечує підвищену точність стрільби [10, 14, 19].

У 1958 — 1959 роках ракетні комплекси Р-12 були виготовлені у великій кількості й не тільки у Дніпропетровську, а і на підприємствах Пермі, Омська, Оренбургу та розгорнуті на бойових позиціях. У травні 1959 р. вийшли дві урядові постанови: «О разработке межконтинентальной ракеты Р-16 в КБ М.К. Янгеля» і «О разработке Р-9 в ОКБ С.П. Королева» [14]. У квітні 1961 року була прийнята на озброєння янгелівська ракета Р-14 (8К65, SS-5) середнього класу з дальністю польоту до 4500 км, що дозволяло розраховувати на досить високий ступінь захищеності країни від оточуючих її з усіх боків американських військових баз. У грудні 1959 року на основі нового виду озброєнь в СРСР створюється і новий рід військ — Ракетні війська стратегічного призначення. Серійне виробництво міжконтинентальних ракет було налагоджено за допомогою дніпропетровських і київських спеціалістів на декількох заводах країни. Із середини 1960-х років під керівництвом М.К. Янгеля в широкій кооперації з науковими, конструкторськими й виробничими організаціями починається новий етап — створення стратегічних міжконтинентальних балістичних ракет четвертого покоління [14, 19].

Пуск ракети Р-16 (8К64, SS-7), першої міжконтинентальної ракети важкого класу (дальність 13000 км), повинен був відбутися 24 жовтня 1960 р., але при підготовці до пуску ракета вибухнула на старті через несанкціонований

запуск двигуна другого ступеня; вибух призвів до великих людських жертв, серед них були командуючий Ракетними військами маршал М.І.Неделін, велика група провідних спеціалістів ОКБ № 586 і військових. Сам Янгель і ще кілька людей, що відійшли убік покурити, чудом залишилися живі. Михайло Кузьмич дуже важко сприйняв цю трагедію. Перший успішний пуск Р-16 відбувся 21 лютого 1961 року. Ця ракета мала такі переваги: заправлялася новими висококиплячими компонентами палива, що давало їй можливість перебувати в заправленому стані більше тридцяти діб; мала автономну систему керування, що дозволяло її використовувати без усякого зв'язку із Землею; була простішою в експлуатації, з мінімальним технологічним часом на підготовку до пуску. До того ж Янгель випередив Корольова на два роки. І надалі ракетний комплекс Р-16 склав основу Ракетних військ стратегічного призначення [4, 14, 15].

Особливостями двоступінчастої міжконтинентальної балістичної ракети є виведення орбітальної головної частини з руховою установкою на борту на орбіту штучного супутника Землі та її спуск з ядерними зарядами у будь-яку точку земної кулі. Таку зброю не можна було знищити. Необхідність захисту ракет під час несення бойового чергування від нападу ймовірного супротивника вимагала їх укриття в шахтних пускових установках. І перші в СРСР шахтні пускові установки створили для янгелівських ракет, що були уніфіковані й могли стартувати як із шахтних, так і з наземних споруджень. Ця зброя та її випробування наочно продемонстрували досягнення Радянського Союзу в багатьох науково-технічних напрямках, зокрема в сфері високих виробничих технологій.

Саме Янгель в 1960-х роках розпочинає роботи зі створення перших по-вністю мобільних балістичних ракет. Одну з нових балістичних ракет зробили комбінованою: перший ступінь працював на твердому паливі, другий — на рідкому. У цілому нова ракета мала ряд цінних нововведень і піонерських рішень. Новинкою рухливого комплексу став транспортно-пусковий контейнер, прямо з якого стартувала ракета. Тоді ж був застосований і так званий «мінометний старт»: ракета вилітала з контейнера під дією окремого заряду, а її двигуни запускалися вже в польоті. Рішення М.К.Янгеля про перехід на такий тип старту було настільки новим і незвичайним, що багатьом здавалося ризикованим. У США подібне завдання вирішили тільки через п'ять років. Даний комплекс обумовив створення іншого рухливого комплексу — залізничного ракетного потягу. У КБ «Південне» і на «Південмаші» було створено ракетні потяги (головний конструктор В.Ф.Уткін). Складали їх на Павлоградському механічному заводі (Дніпропетровська область) [11, 14].

1 вересня 1970 р. у зв'язку із хворобою Янгеля наказом міністра загального машинобудування виконуючим обов'язки начальника й головного конструктора КБ «Південне» був призначений В.Ф. Уткін. Але життя М.К.Янгеля не стало менш напруженим. У квітні 1971 р. відбулися вогневі стендові випробування ракети 15Д15 (8К99) (Загорськ, Московська область), 13 липня — пуск із шахтної установки типу одиночний старт; 22 жовтня 1971 року на НДВП-5 (Байконур) відбувся експериментальний пуск важкої міжконтинентальної балістичної ракети 15А14 із транспортно-пускового контейнера. Сталося народження нового способу старту — «мінометного» [14]. Ця подія

була останньою прижиттєвою демонстрацією розробки Михайла Кузьмича Янгеля.

Внесок у підкорення космосу і користь для народного господарства

При розробці бойових ракет М.К. Янгель передбачав можливість використання їх як носіїв космічних апаратів. В ОКБ-586 було організовано КБ-3 з проектування літальних космічних апаратів. На базі бойових ракетних комплексів у КБ почали розробляти ракетноносії для штучних супутників Землі, а на заводі було створено спеціальне виробництво № 7 по виготовленню космічних апаратів. На криогенних компонентах було створено другий ступінь для ракети Р-12. Так з'явився носій «Космос». Він показав високу надійність і доцільність використання вже створеної військової техніки. Цей носій, найбільш масовий і найдешевший, застосовувався для запуску космічних апаратів ДС-1 („Дніпропетровський супутник”) серії «Космос», створених під керівництвом В.М. Ковтуненка. Запуском на орбіту 16 березня 1962 р. ракетою-носієм «Космос» цього супутника була почата програма планомірного дослідження космічного простору спеціалізованими супутниками Землі [16, 22].

Носій «Інтеркосмос» був створений на базі ракети Р-14. Бойова орбітальна ракета Р-36 дала можливість перейти до створення космічного носія для штучних супутників Землі вагою до 4 тонн, що експлуатується дотепер під назвою «Циклон». Створення супутникової ракетно-космічної системи «Інтеркосмос» — одна з найважливіших робіт, виконаних під керівництвом М.К. Янгеля. Запуск супутника «Інтеркосмос» 14 жовтня 1969 року відповідно до програм міжнародного співробітництва

цтва поклав початок новому етапу в дослідженні космічного простору. З 1971 р. були запущені три радянсько-французьких супутника «Ореол», радянсько-індійські супутники «Аріабата», «Бхаскара-1», «Бхаскара-2», серія супутників «Інтеркосмос», створених у кооперації з країнами Східної Європи. 25 червня 1971 р. ракета-носієй 8А 92М вивела на орбіту космічний апарат «Метеор» [14, 16].

М.К. Янгель завжди мав на увазі можливість використання високіх технологій, що розроблялися для ракетно-космічної техніки, в інших галузях народного господарства. Це обумовило високу якість виробів. У складі його підприємства було тракторне конструкторське бюро, відділи з проектування побутової техніки. Трактори з маркою «ЮМЗ» працюють у багатьох країнах світу. Холодильники «Днепр», дитячі велосипеди, побутові прилади були надійні й користувалися великим попитом у населення [14].

Результати діяльності й спадщина Янгеля

Одним з перших завдань радянського ракетобудування була необхідність захистити свою країну від літаків США, які із середини 1950-х років безкарно здійснювали шпигунські польоти над територією СРСР на висоті 20 км. Шоком для натовців було знищення 1 травня 1960 р. ракетою С-75 літака-примари U-2. Американську авіацію фактично було вигнано зі стратосфери.

Ракета Р-12 була наймасовішою ракетою середньої дальності. На кількох заводах було виготовлено 2300 таких ракет. На кінець 60-х років на заході СРСР було розгорнуто 608 пускових установок з ядерними зарядами. На 1965—1966 роки припадає пік розгортання в СРСР ракет середньої даль-

ності Р-12 і Р-15, більшість з яких була націлена на об'єкти в Західній Європі. Багато політиків вважають, що розміщення цих ракет позитивно вплинуло на загальну обстановку у світі. У жовтні 1962 року СРСР розмістив на Кубі 24 пускові установки з ракетами Р-12 і 16 пускових установок з ракетами Р-14. Літак, що кружив над територією Куби, було знищено залпом зенітно-ракетної батареї. Виникла Карибська криза, вперше у своїй історії США виявилися практично повністю беззахисними перед новою зброєю. Військові пропонували президентові Дж. Кеннеді негайно почати бомбардування Куби. Світ перебував на межі нової війни. Але керівникам двох наддержав, Дж.Кеннеді й М.С.Хрущову, вдалося зняти напругу мирним шляхом [6, 10, 12]. Демонстрація в червні 1966 року президентові Франції Ш.де Голлю пуску ракети Р-16 із шахтної установки значною мірою сприяла виходу Франції з воєнно-політичного блоку НАТО.

А високозахищені високоточні повністю автоматизовані залізничні ракетні потяги тримали в напрузі наших потенційних партнерів по ринку до самого розвалу Радянського Союзу [6]. А коли Р-36 — ракету третього покоління, на той момент найпотужнішу бойову ракету у світі — оснастили розгінним ступенем, голова Держкомісії СРСР по цій глобальній ракеті Ф.П.Тонких визначив: «США створюють систему протиракетної оборони «Сейфгард» від російських ракет з півночі. Янгель як стратег, що не може завдати угрупованню супротивника лобовий удар, створює ракету, здатну обійти ПРО США з півдня. Американці, напевно, думали, що ми не зуміємо знайти контрзаходи, тим більше створити глобальну ракету. Однак Янгель спростував їх прогнози». Усього в період між 1965 і 1974 роками було розгорнуто 288

ракет Р-36 всіх типів, що залишалися на озброєнні до 1980 року. Дійсно, ракета ця зробила повністю неефективно розгорнуту систему «Сейфград», що й привело до її згортання і змусило США підписати Договір про обмеження протиракетної оборони [10, 11, 25, 26].

До середини 1980-х років на ракетах, розроблених і виготовлених у Дніпропетровську, розміщувалося до 80% всіх ядерних зарядів збройних сил СРСР. У 1989 році на ракетних комплексах SS-18 (прозваних натовцями «Сатаною») розташовувалося 308 боєголовок. Одна сотня таких ракет, за оцінками експертів США, була здатна вивести на орбіту не тільки 1000 боєголовок індивідуального наведення великої потужності, але також і 100 тисяч помилкових відволікаючих цілей. Технічні рішення, втілені в ракеті, визнані класикою бойового ракетобудування. Це був надійний щит і меч країни, готовий у будь-яку мить завдати відповідного удару відплати.

Створення в Радянському Союзі ракетно-ядерного щита на противагу руйнівальній, наступальній зброї країн НАТО, за визнанням політиків США, стало стримуючим фактором у відношенні до країн соціалістичного блоку. Такою оцінкою гордяться співробітники провідного вітчизняного ракетобудівного комплексу КБ «Південне» і «Південний машинобудівний завод» [11]. Навіть в дитячій енциклопедії США створення ракет в СРСР відмічено як противагу американській ракетній зброї [27, с.169]. А космічна діяльність стала провідною сферою політики, економіки та науки.

Визнання і пам'ять

У 1961 р. М.К.Янгеля було обрано дійсним членом АН УРСР, у 1966 р. — дійсним членом АН СРСР. Внесок

М.К.Янгеля — двічі Героя Соціалістичної Праці (1959, 1961) — у розвиток авіаційно-ракетної галузі відмічено 4 орденами Леніна, орденом Жовтневої Революції, медалями, Ленінською (1960) і Державною (1967) преміями СРСР, Золотою медаллю ім. С.П.Корольова АН СРСР (1970). Він обирався на XXI, XXII і XXIII з'їздах Компартії України членом її ЦК; на XXIII і XXIV з'їздах КПРС кандидатом у члени ЦК; депутатом Верховної Ради СРСР 7-го і 8-го скликань.

25 жовтня 1971 року ученого, конструктора, організатора найбільш передової сучасної галузі техніки поздоровляли із 60-річчям від дня народження. У цей момент серце ракетника, який мужньо боровся за втілення у життя своїх робіт, витримав незчисленну кількість неприємностей, несправедливих обвинувачень, виключення (на декілька днів) із Всесоюзної комуністичної партії (більшовиків), зніс тяжке запалення легенів і п'ять інфарктів, зупинилося [1, 2, 14, 25].



**Пам'ятник М.К.Янгелю
на Новодівочому кладовищі**



Медаль ім. М.К. Янгеля НКА України



Блок поштових марок на честь М.К. Янгеля

М.К.Янгеля поховано в Москві на Новодівочому кладовищі. Пам'ятники йому споруджені в Усть-Ілімську, Железнодорожсько-Ілімському й Дніпропетровську; бюсти — на площадках деяких космодромів і НДІ. Федерація космонавтики заснувала медаль його імені. Національна академія наук України заснувала премію імені М.К. Янгеля, яка присвоюється за видатні досягнення в галузі прикладної й технічної механіки, ракетно-космічної техніки. У Москві, Києві, Дніпропетровську, інших містах є вулиці імені Янгеля; на будинках, де жив і працював головний конструктор, встановлено меморіальні дошки. Його ім'ям названі кратер на Місяці та океанський суховантажний теплохід. Ім'я М.К.Янгеля присвоєно ДКБ

«Південне» і Харківському інституту радіоелектроніки.

Час довів, що в умовах глобальної ізоляції радянські спеціалісти спромоглися самостійно зробити потужну зброю. По багатьом технологіям ракетно-космічна галузь країни випередила науково-технічний розвиток інших країн. М.К. Янгелю, а також О.М. Макарову, В.М. Ковтуненку, С.І. Конюхову, В.Ф. Уткіну, В.С. Буднику, Л.В. Смирнову та іншим його соратникам і наступникам Україна зобов'язана тим, що сьогодні володіє сімнадцятьма із двадцяти двох базових космічних технологій. Освоєння навколосемного простору є символом досягнень цивілізації минулого ХХ століття й фундаментом для подальшого більш масштабного проникнення людства в космос [25].

1. Платонов В.П. Михаил Кузьмич Янгель / В.П.Платонов, В.П.Горбулин. — Киев: Наук. думка, 1979. — 119 с.
2. Стражева І.В. Тюльпани з космодрому / І.В.Стражева. — 2-ге вид. — К.: Наук. думка, 1986. — 352 с.
3. Академик Михаил Кузьмич Янгель (1911—1971). //Вестн. АН СССР. — 1911. — № 11. — С.9, 10.
4. Черток Б.Е. Ракеты и люди. Горячие дни холодной войны / Б.Е.Черток. — М.: Машиностроение, 2007. — 701 с.
5. Хозин Г.С. Великое противостояние в космосе / Г.С.Хозин. — М.: Вече, 2001. — 416 с.
6. Калашников М. Битва за небеса / М.Калашников. — М.: ООО «Издательство «Астрель», 2003. — 704 с.
7. Голованов Я.К. Королёв: Факты и мифы / Я.К.Голованов. — М.: Наука, 1994. — 800 с.
8. Space Technology / [Ed. H.S.Seifert]. — New York: -John Wiley and Sons. Inc., 1959. — 721 p.

9. Волков Е.Б. Твёрдотопливные ракеты / Е.Б.Волков, Г.Ю.Мазинг, В.Н.Сокольский. — М.: Машиностроение, 1992. — 288 с.
10. Губарев В.С. Ракетный щит империи / В.С.Губарев. — М.: Алгоритм; Экмо, 2006. — 400 с.
11. От противостояния к международному сотрудничеству / [Под общ. ред. С.Н.Конюхова]. — Днепропетровск: Арт-пресс, 2004. — 768 с.
12. Губарев В.С. Русский космос / В.С.Губарев. — М.: Алгоритм; ЭКМО, 2006. — 464 с.
13. Welding Aluminum Space Launch Vehicles / S.A. Agnew, N.E. Anderson, C.R. Felmley et al. // Welding Journal. — 1964. — № 11. — P. 932—936.
14. Призваны временем. Ракеты и космические аппараты конструкторского бюро «Южное» / В.Г.Васильев, С.Н.Конюхов, А.Н.Машенко и др., под ред. С.Н.Конюхова. — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2004. — 228 с.
15. Космонавтика СССР / [главн. редактор Мозжорин Ю.А., сост. Гильберг Л.А., Еременко А. М.]. — М.: «Машинобудовання»; Планета, 1986. — 491 с.
16. Ведешин Л.А. Развитие в СССР ракетных исследований околоземного пространства / Л.А.Ведешин //Из истории авиации и космонавтики. Вып.15. — М.: АН СССР, 1972. — С.3—25.
17. Космос: Технології, матеріалознавство, конструкції [під ред. Б.Є.Патона]. — К.: ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України, 2000. — 528 с.
18. Макаров А.А. Директор большого завода / А.А.Макаров // Видатні конструктори України. ДКБ «Південне» 50 років. — К.: НТУУ «КПІ». — С.32—49.
19. И ракеты голос громкий. Очерки по ракетно-космической технике / [авт.-сост. Ю.И. Мошненко]. — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2001. — 222 с.
20. Советское ядерное вооружение. — Нью-Йорк; Москва: Машиностр., 1989/1992. — 380 с.
21. Технология производства космических ракет / Джур Е.А., Вдовин С.И., Кучма Л.Д. и др. — Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1992. — 184 с.
22. Ракеты и космические аппараты КБ «Южное». — Днепропетровск: КБ «Южное», 2000. — 240 с.
23. Розвиток ракетно-космічної техніки в Україні: Підручник /Ф.П.Санін, Є.О.Джур, Л.Д.Кучма, В.В.Хуторний. — Дніпропетровськ: Арт-пресс, 2002. — 402 с.
24. Секретний підрозділ галузі / Савчук В.С, Санін Ф.П. та ін. —Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2001. — 376 с.
25. Андреев Л. Янгель — уроки и наследие / Андреев Л., Конюхов С. — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2001. — 521с.
26. Широкопад А.Б. Энциклопедия отечественного ракетного оружия / А.Б.Широкопад. — М.; Аст.; Минск: Харвест, 2003. — 542 с.
27. Man and Machines. N. York: Mitchell Beazley Encyclopedias litted, 1976. — 264 p.

Одержано 15.11.2011

А.Н.Корниенко

М.К.Янгель у истоков отечественного ракетостроения

Освещены жизненный путь академика М.К.Янгеля и его вклад в развитие отечественного ракетостроения, обеспечение обороноспособности СССР.