

HISTORICAL SOURCES

ІСТОРИЧНІ ДЖЕРЕЛА

DOI: 10.15421/272213

UDC 629.78(09)

ГУМОТЕХНІЧНІ ВИРОБИ В РАКЕТНО-КОСМІЧНІЙ ТЕХНІЦІ ЯК ДЖЕРЕЛО СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ КОНСТРУКЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЙ

(Зі спогадів доцента кафедри технології виробництва фізико-технічного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара – ветерана ДФ НДІ гумової промисловості (1967–2016) і його керівника з 1987 по 2015 рр., лауреата Державної премії СРСР, Заслуженого працівника промисловості України М. С. ХОРОЛЬСЬКОГО))

RUBBER PRODUCTS IN ROCKET AND SPACE TECHNOLOGY AS A SOURCE OF CREATION OF PROSPECTIVE STRUCTURES AND TECHNOLOGIES

(From the memoirs Associate Professor of the Department of Production Technology, Faculty of Physics and Technology, Oles Honchar Dnipro National University, a veteran of the Rubber Industry Research Institute (1967–2016) and its header from 1987 to 2015, laureate of the USSR State Prize, Honored Worker of Industry of Ukraine KHOROLSKY)

1. Вступ. У лютому 1968 року я з відзнакою закінчив Куйбишевський авіаційний інститут (КуАІ) імені академіка С.П. Корольова (нині Самарський авіаційний університет імені академіка С.П. Корольова) за спеціальністю «Двигуни літальних апаратів» і був направлений за власним бажанням на переддипломну практику у Дніпропетровський філіал (ДФ) Науково-дослідного інституту гумової промисловості (НДІ ГП)* – єдиний в Україні і один із п'яти філіалів колишнього СРСР (кожен із філіалів вів певну галузеву тематику за напрямом діяльності). ДФ НДІ ГП був створений у червні 1966 року за ініціативи Михайла Кузьмича Янгеля, Головного конструктора Конструкторське бюро «Південне», і Олександра Максимовича Макарова, Генерального директора «Південний машинобудівний завод», для створення, відпрацювання і комплектації дослідних партій гумотехнічних виробів (ГТВ) для об'єктів ракетно-космічної техніки і їх складових частин (ОРКТ СЧ). Головний інститут НДІ ГП у той період був розташований у Москві за адресою: вул. МалаТрубецька, 28. Переддипломну практику я розпочав разом зі своїм товаришем і одногрупником В'ячеславом Миколайовичем Соболевим 11.09.1967 року в лабораторії № 3 (випробувальна станція), яка була призначена для випробування ГТВ в умовах, наближених до експлуатаційних, у тому числі армованих

* Після розпаду колишнього Союзу Дніпропетровський філіал НДІ ГП змінив назву на Державне підприємство «Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомерних матеріалів і виробів» – скорочена назва ДП «УНДКПІ «ДІНТЕМ». Згодом воно стало головною науковою установою в Україні з розробки і відпрацювання ГТВ не лише для ОРКТ СЧ, а і для багатьох інших галузей економіки, включаючи стратегічні дослідження.

гумових манжет для турбонасосних агрегатів (ТНА) ракетних двигунів на рідкому паливі, зокрема в амлі (окислювачі) і гентилі (пальному). Значний обсяг робіт у той період виконувався на замовлення лабораторії № 25 НДІ ГП, яка спеціалізувалася на створенні ущільнювальних пристроїв з армованими гумовими манжетами для ТНА. Захист дипломної роботи я здійснював 27.02.1968 року саме в цьому філіалі перед Державною екзаменаційною комісією, яку очолював його директор Михайло Федорович Тимофіїв. На захисті були присутні всі інженерно-технічні працівники філіалу, які разом із членами Державної комісії задавали нам питання (на переддипломній практиці і захисту дипломної роботи я був разом із В.М. Соболевим). Від КуАІ на захисті був присутній заступник декана факультету двигунобудування Михайло Олександрович Новицький. Після захисту на «відмінно» я залишився в Дніпропетровську, куди згодом переїхала моя дружина Катерина Василівна Хорольська з Артемівська (нині Бахмут) Донецької області, а В.М. Соболев поїхав до своєї сім'ї в м. Новотроїцьк Оренбурзької області. Перед прийомом на роботу 27 березня 1968 року мене викликали до директора М.Ф. Тимофіїва на бесіду. У його кабінеті знаходилися два заступники: з наукової роботи – Вілен Мойсеевич Бічевський та із загальних питань – Михайло Іванович Терьохін. Михайло Федорович повідомив про гарні відгуки про мене та В.М. Соболева в період проходження переддипломної практики і підготовки дипломних робіт, розповів про перспективи розвитку філіалу і пообіцяв виділити квартиру – спочатку двокімнатну, а після поповнення сім'ї я можу розраховувати на розширення житлових умов. Потім поцікавився моїми умовами житла (в той період ми з Соболевим жили на другому поверсі випробувальної станції в лівому крилі лабораторії № 4) та планами на майбутнє. Я підтвердив бажання залишитися на підприємстві, проводити наукові пошуки та створювати нові конструкції пристроїв із ГТВ і технології виготовлення ГТВ для ОРКТСЧ за умови надання житла, як мені пообіцяли перед проходженням переддипломної практики, та кар'єрного росту. Михайло Іванович повідомив, що з Міністерства Міннафтохіпром СРСР надійшло підтвердження щодо виділення коштів на дольову участь у будівництві житла, і місцевий виконком Дніпропетровська прийняв заявку філіалу на виділення житлової площі філіалу після введення в експлуатацію будинку за планом у 1969 році на проспекті Воронцова. Вілен Мойсеевич своєю чергою підтвердив, що йому сподобалися наші дипломні роботи, креслення до дипломних робіт (у мене була пояснювальна записка на 117 аркушах формату А4 та 17 аркушів креслень формату А1 до дипломної роботи, а у В.М. Соболева – 16 аркушів креслень на форматі А1 і аналогічний обсяг пояснювальної записки) і що кар'єрний ріст залежить лише від мене, але для цього потрібні підстави, тобто успіхи в роботі. Наприкінці бесіди він порекомендував директору прийняти мене в конструкторсько-технологічну лабораторію № 1 (за статусом – науково-дослідна лабораторія) і повідомив, що це питання він уже обговорив із керівником лабораторії Олександром Олексіївною Заславською (досвідченим технологом) і керівником конструкторської групи Борисом Михайловичем Івановим. Після обміну думками директор підписав мою заяву і наказ про прийняття мене на роботу на посаду старшого інженера в конструкторську групу конструкторсько-технологічної лабораторії № 1 з посадовим окладом 105 крб (якби не червоний диплом, було б 90 крб). О.О. Заславська і Б.М. Іванов зі своїми сім'ями разом переїхали зі Свердловська (нині Катеринбург), де вони працювали у Свердловському філіалі (СФ) Науково-дослідного інституту гумової промисловості, що спеціалізувався на створенні і відпрацюванні пристроїв із ГТВ для бронетанкової галузі під загальним науково-технічним і організаційно-методичним керівництвом головного інституту НДІ ГП. За цим напрямом у них був значний досвід роботи.

На практиці ми з'ясували, що філіал в основному займається розробкою, дослідженням роботоздатності пристроїв із ГТВ і виготовленням дослідних партій ГТВ для відпрацювання в ОРКТСЧ переважно за технічними завданнями Конструкторського бюро «Південне» (нині Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» імені академіка М.К. Янгеля») і його суміжних підприємств. До створення філіалу за

ГТВ доводилося їздити в Свердловськ, Москву, Ленінград (нині Санкт-Петербург) й інші міста колишнього Союзу.

Вперше про гуми та ГТВ на їх основі ми з В. М. Соболевим почули на лекціях із дисципліни «Неметалеві матеріали». Викладач ще тоді звертав нашу увагу на те, що конструкції з гуми на поточний момент ще мало досліджені, наука про гуму в стадії розвитку, оскільки синтетичний каучук вперше у світі був отриманий лише в 1932 році академіком Лебедевим у м. Ленінград (тобто трохи більше 33 років), що вони недостатньо вивчені, але без них неможливо створити надійні пристрої для забезпечення герметизації рухомих та нерухомих з'єднань і з'єднань періодичної дії та періодичного контакту в майбутніх орбітальних станціях та транспортних кораблях, що мають забезпечувати доставку космонавтів і вантаж на них із подальшим спусканням на землю, забезпеченням життєдіяльності космонавтів. Тоді на лекціях ми почули, що за допомогою гуми можна створити поворотне сопло твердопаливного ракетного двигуна, легку арматуру з гумовими ущільнювачами для пневматичної і гідравлічної систем, систем орієнтації і багато інших речей. Але жодного пристрою з ГТВ для ОРКТСЧ нам не могли продемонструвати, бо на той період ці пристрої були тільки на недоступних у вільному користуванні кресленнях та в дослідних зразках. І в період навчання курсові роботи і креслення ми виконували в спеціальних аудиторіях без змоги виносити будь-які матеріали. На той час ми не зовсім розуміли, що для цього потрібно зробити, але тепер, коли я зіткнувся з конкретними задачами та почав більш детально вивчати теоретичні і практичні результати досліджень властивостей різних матеріалів і технологічних питань створення нових матеріалів та набиратися досвіду, став розуміти і сприймати проблеми створення та відпрацювання різноманітних пристроїв із ГТВ як у наземних, так і в реальних умовах експлуатації по-іншому і задумувався над нашими альтернативними технічними рішеннями порівняно з тими, які нам надходили від наших замовників або лабораторій головного інституту НДІ ГП. Найбільше технічних завдань (ТЗ) надходило від Конструкторського бюро «Південне», а точніше, від Головного інституту – НДІ ГП, який розподіляв ТЗ між філіалами за відповідною тематикою. Більшість ТЗ на нашу адресу надходило в інтересах Конструкторського бюро «Південне» та його суміжних організацій. Було також багато ТЗ для наземного обладнання, пов'язаного з підготовкою до експлуатації ракетно-космічної техніки та усунення наслідків наземного відпрацювання і пусків ракет.

Невдовзі М. Ф. Тимофіїв пішов на заслужений відпочинок. Деякий час обов'язки директора виконував заступник директора з наукової роботи В. М. Бічевський, а потім директором призначили кандидата технічних наук 38-річного Миколу Васильовича Васильєва родом з Ярославля.

Після ознайомлення з напрямками діяльності, експериментальною базою філіалу, науковим і інженерно-технічним персоналом М. В. Васильєв вирішив розширити тематику діяльності філіалу і до чотирьох діючих науково-дослідних лабораторій він додав ще дві: вакуумну і еластомерного матеріалознавства. Це позитивно вплинуло на подальший розвиток філіалу. Основною конструкторсько-технологічною лабораторією вважалась лабораторія № 1, керівником якої спочатку була О. О. Заславська, а після виходу її на заслужений відпочинок керівником лабораторії був призначений Борис Михайлович Іванов, який керував конструкторською групою в цій же лабораторії.

Для наземного відпрацювання пристроїв розроблялися відповідні програми відпрацювання, які узгоджувалися із замовниками. Проаналізувавши значну кількість програм випробувань і їх результати, я звернув увагу на те, що в багатьох випадках, враховуючи властивість гуми з терміном часу змінювати технічні характеристики внаслідок старіння в певних умовах експлуатації і зберігання, на мою думку, ми неправильно оформляли режими прискорених кліматичних випробувань, за результатами яких установлювали гарантійні терміни забезпечення роботоздатності ГТВ. Наприклад, ГТВ повинен забезпечити 3000 циклів спрацювання протягом гарантійного терміну забезпечення роботоздатності об'єкта, скажімо, протягом 10 років. У програми закладалося напрацювання вказаних 3000 циклів зразу після виготовлення виробів

і об'єкт успішно 3000 циклів витримував. І тут може бути два варіанти: раз об'єкт витримав 3000 циклів, можна гарантувати його роботоздатність в 3000 циклів на весь гарантійний термін роботоздатності (гарантійний ресурс). Або другий варіант: за умови позитивних випробувань першого етапу проводили прискорене старіння на весь гарантійний термін експлуатації і зберігання, після чого проводили ресурсні випробування. І в разі негативних наслідків після випробування об'єкт визнавався повністю непридатним.

Після детального вивчення цього питання зі звітів за результатами випробувань, наукових статей, нормативно-технічних документів на випробування, консультацій з ученими головного інституту, співробітників із досвідом роботи нашого філіалу, зокрема Г.В. Крицьким, Л.В. Беспаловою, Л.О. Марковою, я дійшов висновку щодо необхідності коригування принципів проведення зазначених випробувань. Своїми сумнівами я поділився із начальником лабораторії Б.М. Івановим. Він був людиною обережною і свого рішення не висловив, а порекомендував провести семінар з усіма лабораторіями, причетними до розроблення програм на проведення випробувань. А оскільки в кожній лабораторії наукових співробітників, що займаються випробуваннями, було багато, я закріпив об'яви на дошках об'яв у кожному корпусі, що семінар відбудеться за тиждень в актовій залі корпусу 64а. Яким же був мій подив, коли на цей семінар прийшли не тільки наукові співробітники, а й інженери і навіть деякі лаборанти! Але найбільше мене здивувало те, що на цей семінар прийшов Микола Васильович і розташувався в першому ряду. Я почав нервувати. Це помітив Борис Михайлович, підійшов до мене і сказав, що я правильно вчинив, що порушив це питання. Він про це повідомив лабораторію гарантування головного інституту, і вони чекають на результати обговорення цього питання на нашому семінарі. Це трохи мене заспокоїло, але хвилювання не минуло. А що буде, якщо я неправильно це розумію?...

Спрощену пневмогідрравлічну схему ракети, в якій знаходиться велика кількість різноманітних агрегатів, електромагнітних, гідравлічних, пневматичних клапанів, де розташована значна кількість ГТВ рухомих, нерухомих з'єднань та ущільнювачів періодичної дії, я намалював на дошці задалегідь. Вибрав для прикладу саме ті агрегати, які були на відпрацюванні у той період (1968–1969 роки). На цих прикладах я і почав розмову, беручи конкретні програми і конкретні цифри з наявних справ відпрацювання з кресленнями загальних видів. Коли я почав розмову, хвилювання минуло і я вже не звертав уваги на директора. Зробивши аналіз програм випробувань, я надав свої пропозиції, після чого посипалась маса питань. Насамперед від співробітників лабораторій №№ 1, 2, 3, 5, 7, 8, групи технічного контролю і дослідно-технологічного цеху. Після бурхливого обговорення дійшли висновку, що підходи до програм випробувань і встановлення гарантійних термінів роботоздатності ГТВ потрібно змінювати. Вирішили це питання винести на семінар НДІ ГП з участю усіх філіалів, щоб комплексно обговорити ці питання. У липні відбувся семінар у головному інституті з участю представників усіх філіалів і головних замовників. Від нашого філіалу були В.С. Євчик, Л.О. Маркова, В.М. Савойський і я. Пропозиції нашого філіалу після дуже непростих дебатів, особливо з боку представників Ленінградського філіалу НДІ ГП, все ж таки були підтримані. Через деякий час наші пропозиції впроваджені в практику створення і відпрацювання ГТВ. Цей принцип у ДП «УНДКТІ «ДІНТЕМ» використовується і на поточний момент.

У серпні 1968 року мене перевели на посаду старшого наукового співробітника вказаної лабораторії з підвищенням посадового окладу на 25%.

2. Створення обтюраторних манжет для ракет з мінометним стартом. В 1969 році філіал отримав завдання на створення значної кількості різних видів ГТВ для ракети 15А14, в тому числі великогабаритних манжет для герметизації великих зазорів при значному тиску порохових газів із високою температурою. Тобто стояла задача створити надійний ущільнювальний пристрій для забезпечення мінометного старту ракети 15А14 із транспортно-пускового контейнера (ТПК) замість наявного газодинамічного старту. Мене начальник лабораторії № 1 Б.М. Іванов залучив до

вказаної роботи на початку 1970-го року разом із начальником конструкторської групи Герусланом Володимировичем Крицьким і конструктором 1-ої категорії Людмилою Василівною Беспаловою. Усі троє, маючи відповідний досвід роботи створення ГТВ для бронетанкової галузі у Свердловському філіалі НДІ ГП (він спеціалізувався на створенні ГТВ для бронетанкової галузі), зі своїми сім'ями переїхали в 1967 році до Дніпропетровська для становлення і розвитку філіалу після його створення. Я багато чого в них навчився. Водночас, маючи певний досвід проведення наукових досліджень у науково-дослідній лабораторії кафедри двигунобудування (в КуАІ я працював лаборантом після занять), а також знаючи матеріальну частину ракет 8Ж38, 8К63, 8К67 та ін., я також зумів донести своє бачення необхідності коригування методології розробки, програм відпрацювання та випробування різних агрегатів в умовах близьких до експлуатаційних, використовуючи методи моделювання на імітаторах, з урахуванням гарантійних термінів експлуатації. І мої пропозиції були прийняті. Незважаючи на невеликий досвід роботи недавно створеного філіалу, ми з ентузіазмом взялися за нову серйозну розробку під керівництвом директора М.В. Васильєва і начальника лабораторії О.О. Заславської, а після виходу її на заслужений відпочинок начальником лабораторії був призначений Б.М. Іванов. Наради з цього питання, як правило, на початку роботи проводив Микола Васильович, а потім, коли переконався, що ми розуміємо важливість поставленої задачі і шляхи її вирішення, він довірив наради проводити заступнику директора з наукової роботи В.М. Бічевському та Б.М. Іванову. Директорів і без цього вистачало турбот, тим більше, що вказана робота була на жорсткому контролі в партійних і господарських керівників усіх рівнів: району, міста, області, міністерств. Він дуже часто їздив у Москву на наради різних рівнів і в різних міністерствах та відомствах.

На той період створення вказаного ущільнювального пристрою для нас було новим, і досвіду з цього напрямку ні в кого з нас (і в замовника розробки) не було. Відомі конструкції ущільнювальних пристроїв мали кільцеві зазори, на два порядки менші за ті, які нам необхідно було створити. Аналогів знайти в той період нам не вдалося. Але задачу потрібно було вирішувати, і ми визначили такі основні напрями:

1) розробити ефективні конструкторські рішення для забезпечення герметизації великих кільцевих зазорів між ракетною і ТПК при дії під заданим тиском високотемпературних газів;

2) розробити надійний технологічний процес виготовлення великогабаритних манжет (діаметром до 3000 мм і більше), технологічне оснащення для його здійснення і вибрати обладнання;

3) розробити гуму з високими технічними характеристиками для забезпечення роботоздатності ущільнювального пристрою в екстремальних умовах експлуатації;

4) розробити комплексну програму відпрацювання і провести необхідні дослідження для забезпечення роботоздатності ущільнювального пристрою протягом тривалих гарантійних термінів експлуатації і зберігання, включаючи моделювання окремих вимог і технічних рішень.

Розробляючи вказані основні напрями, ми знали, що в філіалі немає відповідного обладнання, оснащення, випробувального устаткування, сировини, напівфабрикатів тощо, але ми чітко собі поставили за мету здійснити вказану розробку і вірили, що ми це обов'язково зробимо, бо розуміли значні основні переваги мінометного старту перед газодинамічним, які полягали в такому:

1) значно покращуються тактико-технічні і енергетичні характеристики ракети за рахунок економії палива на борту, бо вихід ракети із ТПК при старті здійснювався за допомогою порохового акумулятора тиску (ПАТ), який безпосередньо не входив до складу ракети, а розташовувався в задонному об'ємі. При цьому компоненти палива ракети, що розташовані в її баках, починають витратитися лише тоді, коли ракета уже вийшла із ТПК на певну висоту із запуском маршового двигуна, прискорюючи подальший рух ракети;

2) зменшується час шкідливого впливу високотемпературного газового потоку ракетного двигуна на пускову установку (ПУ) і саму ракету;

3) спрощується конструкція, зменшуються габаритні розміри ПУ, бо відпадає потреба у відводі газового потоку ПАТ і захисті від нього обладнання ПУ.

Ми також розуміли, що при мінометному старті після запуску маршового двигуна першого ступеня окремі елементи конструкції, що виконали свою функцію, відокремлюються від ракети і скидаються. До них належать, зокрема, обтюраторні манжети і опорні пояси. Це може трапитися на початку гарантійного терміну експлуатації, в проміжному періоді, а може, і наприкінці. Але в будь-якому разі пристрій має забезпечити надійну роботоздатність протягом усього періоду експлуатації і зберігання. Задача забезпечення надійної експлуатації ракети ускладнювалась ще й тим, що гума з терміном часу під впливом різноманітних експлуатаційних чинників порівняно швидко втрачає свої технічні характеристики. Звичайно, що для ракет із мінометним стартом із ТПК легше створити «комфортні» кліматичні умови. Це позитивно впливає на збільшення гарантійних термінів зберігання і експлуатації. А тому під час відпрацювання ущільнювального пристрою потрібно було враховувати всі експлуатаційні чинники та умови зберігання в конструкційних і технологічних рішеннях комплексно.

З огляду на вищенаведене створення ущільнювального пристрою здійснювалося комплексно з участю працівників нашого філіалу, КБ «Південне», Південного машинобудівного та Павлоградського механічного заводів відповідно до розробленої програми відпрацювання. Кожен етап роботи моделювався відповідно до умов експлуатації майбутнього пристрою в кінцевому виробі. Звичайно, при цьому бажано було б мати мінімальні витрати і швидкий результат. А тому на цьому етапі була запропонована конструкція пристрою з одноусовою гумовою манжетою, яку планувалось швидко виготовити методом екструзії з подальшим стикуванням методом гарячої вулканізації в стикувально-ремонтній прес-формі.

Одним із найбільш складних етапів був відпрацювання гуми. По-перше, ми розуміли, що гуми можуть витримувати температуру лише в сотні градусів за Цельсієм, а не тисячі. Все упиралося в термін часу стійкості гум при дії високих температур. Тому потрібно було дослідити, як поведуть себе гума та виріб на її основі при дії високої температури, який характер руйнування і на протязі якого часу. По-друге, у зв'язку з відсутністю великогабаритного вулканізаційного обладнання було зрозуміло, що манжети доведеться виготовляти або з неформового профілю з подальшим стикуванням гарячим способом, або з окремих вулканізованих частин (блоків) із подальшим їх стикуванням між собою тим же способом. А це означає, що в обох випадках гума повинна мати широке плато вулканізації, тобто допускати багаторазову вулканізацію місця стикування без суттєвого погіршення фізико-механічних властивостей гуми. По-третє, при впливі високої температури гумовий виріб не має швидко тріскатися, кришитися, деформуватися в радіальному напрямі в бік центру, розшаровуватися в місцях стикування шарів гуми та елементів конструкції. Він повинен також мати високе газовиділення з метою використання пристінкового шару газів виділення із поверхневих шарів гуми в якості теплового захисту глибинних шарів манжети від дії високотемпературних порохових газів і, по-четверте, у разі впливу високої температури і тиску порохових газів гумовий виріб не має продавлюватися в зазор між ракетою і ТПК при значних допусках зміщення осі ракети (що рівнозначно і осі манжети) щодо осі ТПК.

На випробування В. С. Євчиком і Л. О. Марковою було запропоновано зразу кілька марок в основному теплостійких, технологічних і не дуже технологічних гум на основі різних каучуків. Моделювання тривалий час здійснювалося зразу за багатьма напрямками в певній послідовності з метою використання результатів попередніх досліджень і уточнення програми наступних досліджень. І хоча на моделях манжет у місцях стикування на деяких гумах досягли міцності 0,92–0,96 від міцності гуми подальші результати досліджень на багатьох марках гум показали неможливість використання технології виготовлення манжети з неформового профілю. В основному це було пов'язано з великою похибкою в розмірах складного по перерізу профілю по

його довжині при шприцюванні і, як наслідок, наявністю ступеневого переходу деяких розмірів по перерізу манжети в місцях стикування.

Вага манжети становила близько 50 кг із густиною гуми порядку (1.22–1.25) г/см³. З метою запобігання самовільного зміщення манжети в місці встановлення (на відміну від малогабаритних стандартизованих манжет, що самостійно центруються) в основі манжети потрібно було виконати отвори для кріплення з певним шагом. Але при виготовленні отворів механічним способом у манжеті для її кріплення на шпангоуті мала місце їх низька якість. Штанцевий інструмент, що обертається, зміщувався як по вертикалі, так і в радіальному та коловому напрямках, що впливало на точність монтажу манжети на шпангоуті. Тому на нараді спеціалістів був запропонований формовий багатостадійний спосіб виготовлення манжет з окремих манжетних блоків із подальшим їх з'єднанням методом гарячої вулканізації. Відразу кілька марок гум відсіялися через мале плато вулканізації.

У період створення вказаного ущільнювального пристрою в ДФ НДІ ГП були вулканізаційні преси з максимальним розміром плит 800x800 мм. Для однієї манжети потрібно було виготовити 15 блоків із подальшим їх стикуванням між собою. А якщо врахувати, що в ущільнювальному пристрої використовується дві манжети, то велика трудомісткість виготовлення таких манжет очевидна. Але нам пощастило. На виробництві ГТВ сусіднього Дніпропетровського шинного заводу знаходився вулканізаційний прес із розмірами плит 1650x1700 мм. Домовившись, не без допомоги О.М. Макарова, з керівництвом Дніпропетровського шинного заводу, на нього ми й орієнтувалися. На вказаному пресі для однієї манжети достатньо виготовити п'ять блоків. З метою зменшення трудомісткості і точності виготовлення отвори для кріплення передбачили отримувати формуванням, а на торцях блоків були передбачені конструктивні елементи для з'єднання з перекриттям кінців суміжних блоків після їх попередньої спеціальної підготовки,

У рекордно короткий термін було спроектовано технологічне оснащення (контроль здійснював особисто директор М.В. Васильєв), креслення на яке передали на виготовлення Південному машинобудівному заводу, який швидко його виготовив і поставив у ДФ НДІ ГП. На вказаному оснащенні були виготовлені блоки для п'яти манжет. Відпрацювавши технологію стикування, п'ять манжет відправили на примірочні і вогневі випробування. І якщо примірочні випробування пройшли успішно, то вогневі випробування показали негативний результат. О.М. Макаров терміново зібрав нараду, на яку запросили і представників нашого філіалу.

М.В. Васильєв із В.М. Бічевським були у відрядженні. Микола Васильович зателефонував Б.М. Іванову і попросив з'ясувати причини негативних результатів випробувань та підготувати наші пропозиції. Порекомендував Б.М. Іванову на нараду взяти мене і Г.В. Крицького, що він і зробив. Напередодні наради на заводі Б.М. Іванов зібрав нараду у філіалі, на яку приїхали Георгій Дем'янович Хорольський, начальник конструкторського відділу, зі своїми спеціалістами Валерієм Олександровичем Михайловим та Едуардом Олексійовичем Кожушкіним та Семен Львович Турок, начальник відділу гарантування. На нараді обговорили причини результатів негативних випробувань та наші пропозиції, з якими представники погодилися. Ми були готові до наради на заводі, але у Б.М. Іванова на обличчі виступили червоні плями, він почувався зле і попросив доповідати мені в разі потреби. На нараді були також представники КБ «Південне» Б.І. Губанов – начальник КБ-2, його заступник Михайло Іванович Галась, Г.Д. Хорольський, С.Л. Турок та ін. До нас перед нарадою підійшов Борис Іванович і запитав щодо причин руйнування манжет. Борис Михайлович висловив нашу версію і пропозиції, про які він уже знав від Георгія Дем'яновича, і сказав, що він їх підтримує. Ми очікували, що О.М. Макаров буде звинувачувати нас у всіх гріхах, але цього не сталося. Він запитав у Б.І. Губанова про причини руйнування і подальші дії. Борис Іванович повідомив про результати наших спільних робіт і планах на майбутнє, сказавши, що необхідно заводу доопрацювати оснащення, після цього є сподівання на позитивні результати. О.М. Макаров дав відповідні доручення заводським службам,

що занесли в протокол наради. Нам на цій нараді виправдовуватися не довелося і внутрішнє напруження зменшилося, але зовсім не зникло. Наші пропозиції потрібно було реалізувати і підтвердити їх ефективність.

Невдовзі у філіалі пройшли організаційні зміни. Сім'я Бічевських переїхала у столицю, і на посаду заступника директора з наукових питань призначили Євгенія Вікторовича Утленко – кандидата технічних наук із Дніпропетровського хіміко-технологічного інституту. Його дружина Ольга Михайлівна Петрова була прийнята на посаду старшого інженера в науково-технічний відділ для рецензування наших науково-технічних звітів, які випускалися за результатами наукових досліджень і відправлялися в НДІ ГП в Москву. Одразу зазначу, що рівень наших звітів значно покращився завдяки високим вимогам начальника науково-технічного відділу Надії Семенівни Жданової та Ольги Михайлівни, якій була доручена робота з редагування і рецензування науково-технічних звітів, на що звернули увагу в НДІ ГП.

Євгеній Вікторович був гарним теоретиком і дослідником, але він не мав виробничого практичного досвіду з відпрацювання ГТВ спеціального призначення, а тому часто виникали суперечки з керівниками лабораторій №№ 1, 2, 5, 7, 8. Невдовзі Євгенія Вікторовича М. В. Васильєв відсторонив від посади свого заступника і призначив його начальником дослідної лабораторії № 7, а на посаду заступника директора з наукових питань він призначив Адольфа Павловича Балашова, який був близьким товаришем Михайла Тимофійовича Митрофанова – заступника міністра Міннафтохімпрому СРСР, і з яким разом закінчували Дніпропетровський хіміко-технологічний інститут. До цього часу А. П. Балашов працював на Дніпропетровському шинному заводі. Нашу роботу з проведення досліджень і розробки виробів на їх основі він не знав, а тому з'явилися труднощі, в тому числі і з відпрацюванням обтюраторних манжет. Він нав'язував підходи з шинної промисловості, та ще й масового виробництва, які для таких виробів дрібносерійного виробництва, як обтюраторні манжети, були не придатні. «Мири́в» нас М. В. Васильєв, який розумів нашу позицію і нас підтримував.

Усі раніше випробувані манжети при високих температурах витягувалися з-під накладок і руйнувалися по отворах в основі манжет. Зробивши відповідні розрахунки і здійснивши аналіз випробувань гумових моделей манжет при високих температурах, ми дійшли висновку про необхідність коригування конструкції манжети і місця встановлення манжет, із чим КБ «Південне» погодилось. Було знайдене просте конструкторське рішення, яке в подальшому відіграло вирішальну роль у забезпеченні роботоздатності ущільнювального пристрою не тільки в ракеті 15A14, а і в наступних її модифікаціях протягом тривалого гарантійного терміну забезпечення роботоздатності і зберіганні. Доробка полягала в тому, що при впливі високої температури потрібно було унеможливити витягування манжети не лише в місцях кріплення основи по отворах, а по всьому її периметру. Доробивши конструкцію манжети, ущільнювального пристрою та змодельовавши різні методи її виготовлення, ми доопрацювали конструкцію технологічного оснащення, яке Південний машинобудівний завод якісно і швидко виготовив. Відпрацювавши технологію виготовлення манжет, ми поставили дослідні партії на автономні випробування на основі відповідних програм. Гарячі стендові (кидкові), а потім і льотні випробування підтвердили роботоздатність ущільнювальних пристроїв з обтюраторними манжетами. Була оформлена відповідна конструкторська та технологічна документація багата стадійного способу виготовлення і завершена унікальна розробка обтюраторних манжет для забезпечення роботоздатності ущільнювального пристрою при мінометному старті.

Таким чином, за допомогою методів моделювання при поетапному відпрацюванні в першій половині 70-х років з урахуванням наявного обладнання була розроблена концепція створення ущільнювальних пристроїв для герметизації високотемпературних газів у великих зазорах за допомогою великогабаритних гумових манжет. Розроблені технологічні процеси їх виготовлення вперше забезпечили відпрацювання технології мінометного старту та конструкції ущільнювальних пристроїв із гумовими обтюраторними манжетами високої надійності експлуатації. Пізніше за результатами

досліджень була підтверджена їхня роботоздатність до 30 років у ракеті 15A14 і її наступних модифікаціях.

Не можу не назвати прізвищ основних виконавців цієї розробки. Перш за все це директор філіалу М.В. Васильєв, який вірив у нашу спроможність, вселяв надію в позитивні результати і здійснював велику організаційну та науково-технічну роботу разом із начальником лабораторії Б.М. Івановим. Розробку основних конструкторських і технологічних рішень здійснювали Г.В. Крицький, Л.В. Беспалова, В.А. Беліцький, В.М. Сиса, О.М. Дьяченко, О. Г Дяченко, О.Г. Кійда, Д.Л. Політаєва та автор цих рядків.

Разом із манжетами для ракети 15A14 були також відпрацьовані більше тисячі найменувань інших ГТВ різного призначення, серед яких – ущільнювачі періодичної дії, діафрагми, мембрани, гофровані чохла, кільця круглого і прямокутного поперечного перерізів, фігурні прокладки та багато ін. Велика група спеціалістів, що брали участь у розробці вказаної ракети, в 1976 році отримали високі державні нагороди (фото додається), в тому числі і автор цього матеріалу отримав орден Трудового червоного прапора,

Для забезпечення вказаної розробки довелося використовувати обладнання сусіднього підприємства не без суттєвої допомоги такої авторитетної в країні людини, як О.М. Макаров, і здійснювати відпрацювання дослідної технології, а потім забезпечувати виготовлення манжет невеликими партіями на чужому підприємстві з відкритою виробничою дільницею дуже не просто, про що ми постійно доповідали директору М.В. Васильєву. На це він, посміхаючись, завжди говорив: «Потрібно мати все своє, а для цього потрібна реконструкція і розширення експериментальної бази. Готуйте пропозиції і обґрунтування». Як потім ми дізналися, М.В. Васильєв давно вже займався цим питанням і вів перемовини із цього приводу з Генеральним конструктором КБ «Південне» В.Ф. Уткіним, директором Південного машинобудівного заводу О.М. Макаровим і керівництвом міністерства та Головного інституту. І вони підтримали ініціативу М.В. Васильєва

І ми готували. Нам у цьому процесі допомагав наш головний інженер Петро Петрович Бельський – колишній працівник КБ «Південне».

В 1973 році за станом здоров'я Б.М. Іванов (лікарі сказали, що йому не підходить тутешній клімат) зі своєю сім'єю повернувся назад у Свердловськ, і М.В. Васильєв з 13.04.1973 року поклав на мене виконання обов'язків начальника лабораторії № 1. З'явилися нові задачі.

З М.В. Васильєвим мені було надто легко працювати, він мав вчений ступінь та досвід роботи, був знайомий із процесом організації досліджень і виробництва, розумів всі складнощі створення нових виробів, які могли бути створені лише за умови розширення дослідно-експериментального виробництва. Оскільки в філіалі я мав відповідну профільну освіту, він часто запрошував мене і П.П. Бельського для бесіди стосовно нових розробок, що для цього потрібно і в який термін можна здійснити обсяг необхідних робіт. Розбіжностей у наших із П.П. Бельським пропозиціях не було. М.В. Васильєв їх приймав і підтримував та відстоював на всіх рівнях у головному інституті і міністерстві.

Я готував пропозиції і узгоджував їх із КБ «Південне», де познайомився з плеядою висококваліфікованих спеціалістів групи провідних конструкторів, таких як С.І. Ус, В.Г. Команов, В.П. Чеховський, до яких трохи пізніше приєднався, а потім очолив групу провідних конструкторів уже мені знайомий Г.Д. Хорольський. Вони розуміли необхідність розвитку суміжних організацій, а тому мені допомагали у підготовці пропозицій. Це надавало сил, наснаги і ентузіазму.

На основі отриманого досвіду з розробки великогабаритних ущільнювальних пристроїв для ракети 15A14 ми підготували відповідні пропозиції щодо розширення експериментальної бази, які були підтримані КБ «Південне» і Південним машинобудівним заводом. Вийшла Постанова уряду від 30.03.1978 року № 254–78, якою передбачалося будівництво інженерно-лабораторного (№ 78а) і експериментального (78б) корпусів зі змогою виготовляти великогабаритні вироби.

Вказана постанова на жаль через непрофесіоналізм керівництва філіалу (після від'їзду М.В. Васильєва) була повністю реалізована лише в 1988 році. Але вона відіграла вирішальну роль у збереженні ДФ НДІГП як державної наукової установи надалі. Після розпаду колишнього Союзу ДФ НДІГП перетворився на головну державну наукову установу з еластомерних матеріалів і виробів на їх основі, змінивши назву на «Державне підприємство “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомерних матеріалів і виробів”» (скорочена назва ДП «УНДКІТІ «ДІНТЕМ»).

Завдяки далекоглядній політиці М.В. Васильєва та підтримці керівництва КБ «Південне» ДП «УНДКІТІ «ДІНТЕМ» на поточний момент забезпечує високоякісними ГТВ не лише підприємства ракетно-космічної галузі України, а й підприємства багатьох інших галузей.

В 1976 році М.В. Васильєва перевели на роботу в міністерство Міннафтохімпром СРСР. Перед від'їздом він запросив мене для бесіди і повідомив, що він рекомендував на посаду директора В.С. Євчика, який до цього обіймав посаду начальника конструкторсько-технологічного відділу та мав вчений ступінь кандидата технічних наук. А мені сказав, щоб я якнайшвидше закінчив дисертаційну роботу, за якою він у мене був науковим керівником, і якнайскоріше її захистив. А там можуть бути різні варіанти.

Але сталося не так, як планувалося. Призначили директором не В.С. Євчика, а А.П. Балашова. Подейкують, що цьому сприяла його дружба з М.Т. Митрофановим. Мене це не тішило, бо останнім часом у мене були з ним напружені стосунки стосовно технічних рішень, які він мені неправомірно (як потім показав час) нав'язував. Крім того, він був проти мого нагородження за ракету 15А14, адже орден Трудового червоного прапора (на філіал він був виділений лише один) А.П. Балашов хотів отримати сам. М.В. Васильєв вважав, що А.П. Балашов ще нічого не зробив, щоб отримати будь-яку нагороду.

В 1978 році ми отримали технічні завдання на розробку нових видів ГТВ, включаючи великогабаритні обтюраторні манжети, обтюраторні пояси і компенсуючий амортизатор для забезпечення ступеню розширення сопла ракетного двигуна на твердому паливі для нових ракет, таких як 15Ж44, 15Ж52, і їх модифікацій.

Використовуючи попередній досвід, створення і відпрацювання ущільнювальних пристроїв з обтюраторними манжетами здійснили значно швидше. Відмінною ознакою було те, що в цьому випадку замість одновусової манжети була запроєктована манжета з двома вусами: один жорсткий з отворами для кріплення і забезпечення необхідних для герметизації контактних напружень по зовнішньому діаметру ракети, а другий – гнучкий для забезпечення герметичності по внутрішньому діаметру ТПК і відстеження всіх його відхилень у процесі руху і вібрації ракети в процесі дії всіх чинників порохового акумулятора тиску. Виготовлення двовусової манжети здійснювалося за багатостадійною технологією в прес-автоклаві 120 дюймів у спеціальній прес-формі. Спочатку виготовляли максимально можливий розмір з уже відформованими отворами в жорсткому вусі, потім між отворами манжети розрізали під кутом 45° в коловому напрямку, торці розрізаної манжети належним чином готувалися до стикування, в проміжок між якими вставлявся необхідного розміру з уже підготовленими до стикування манжетний блок, вирізаний з аналогічної манжети, після чого здійснювалася вулканізація під тиском. Незважаючи на більшу складність технології виготовлення двовусових манжет порівняно з одновусовими, якість виготовлених таким способом обтюраторних манжет із використанням спеціального оснащення доволі висока. Їх роботоздатність становить понад 30 років. Це підтверджено не лише автономними випробуваннями, а і льотними.

Слід зазначити ще одну особливість ракет 15Ж44, 15Ж52 і їх модифікацій 15Ж60 та 15Ж61. Якщо в ракеті 15А14 і її модифікаціях використовувалися по дві обтюраторні манжети, то в зазначених ракетах використовувалася лише одна, а роль другої виконував обтюраторно-опорний гумометалофторопластовий пояс, що виготовлявся секційним способом із наявністю в місцях стикування еластичних замків. Він виконує одночасно

кілька функцій: ущільнювача, силового елемента осевого стиснення і амортизатора з двома ступенями свободи вільного переміщення по одній площині з низьким коефіцієнтом тертя. Створення цього поясу далось нелегко, а тому хочу зупинитися на цій розробці більш детально.

3. Створення гумометалофторопластового поясу осевого стиснення для ракет із мінометним стартом. На запрошення конструкторів КБ «Південне» і технологів заводу я часто відвідував цехи з авторським наглядом, узгоджуючи технічні та організаційні питання, що дозволяло значно скорочувати терміни відпрацювання ГТВ. Під час одного з таких візитів мене зустрів Михайло Іванович Галась і запитав, коли ми дамо пропозицію щодо виготовлення великогабаритних виробів трьох найменувань різного призначення: силового, амортизаційного і ущільнювального з можливістю вільного переміщення в радіальному напрямку. Я не пам'ятав таких технічних завдань, хоча вони всі мали проходити через мене, про що я сказав Михайлу Івановичу.

– Ходімо зі мною, зараз з'ясуємо, в якому стані технічні завдання, – сказав М.І. Галась і повів мене у свій кабінет. У приймальні на нього чекав начальник 220 відділу С. Л. Турок, від якого ми дізналися, що технічні завдання (ТЗ) на вказані вироби вони відправили в Головний інститут (НДІ ГП), від якого ми не мали жодної інформації. Пізніше ми з'ясували, що нам вказані технічні завдання не відправляли через відсутність у філіалу великогабаритного вулканізаційного обладнання. М.І. Галась розпорядився, щоб негайно нам видали ТЗ і він за тиждень чекає мене з пропозиціями щодо реалізації вказаних ТЗ, оскільки саме ці вироби стримують всю подальшу роботу.

Опрацювавши вказані завдання, я дійшов висновку, що три вироби можна об'єднати в один із чотирма функціональними призначеннями, як вказано вище, і виготовити з окремих гумометалофторопластових секцій (за габаритами наявного вулканізаційного обладнання) з еластичними замками й ущільнювальними кромками, що складені на цільному великогабаритному шпангоуті. Зробив від руки ескізи і обговорив таку пропозицію з начальником конструкторської групи Г.В. Кріцьким, який вирізнявся скептицизмом щодо нових технічних рішень. Але в цьому випадку він її підтримав. Я попросив його зробити креслення і з ними поїхав у КБ «Південне». Спочатку я хотів почути думку начальника 201-го відділу М.З. Алімамедова, який підготував ТЗ.

Коли я розгорнув листи вагману і почав характеризувати секційний варіант, його реакція для мене була не очікуваною. Він замахав руками і майже кричав, що будь-яке з'єднання знижує надійність і попросив мене в доволі грубій формі покинути його кабінет із зауваженням, що, мовляв, хто таким ... тільки дипломи видає і щоб він більше у своєму кабінеті мене не бачив. Мене кинуло в жар. Зі мною, та ще в славному КБ, так ніхто не поведився протягом майже дев'яти років відтоді, як я почав відвідувати КБ. Я швидко зібрав креслення і, відкриваючи двері, зауважив, що диплом мені видали заслужено і не простий, а з відзнакою, і вийшов із кабінету. Начальник сектора Вадим Смертін, почувши слово «секція», не захотів розмовляти. У зовсім поганому настрої я підійшов до начальника групи того ж відділу Валерія Миколайовича Кулакова і сказав, що його начальники відмовилися обговорювати мої пропозиції, але інших можливостей швидкого створення зазначених виробів не існує, а якщо і існують, то я їх не знаю, попросив його мене вислухати і розгорнув креслення. Подивившись на них, він задав кілька питань, а після моїх відповідей зателефонував Олегу Львовичу Толмачову і попросив його підійти. Коли підійшов Олег, почалася жвава дискусія, яка закінчилася приблизно так: технічне рішення має право на життя, але з ним до М.І. Галася іти не можна. Якщо йому не сподобається, то нам буде непереливки. Краще піти до Є.О. Єрофеева і спочатку порадитися з ним. З останнім я був добре знайомий через успішне вирішення інших далеко не простих питань. Коли ми з В.М. Кулаковим до нього зайшли, він зрадів і попросив присісти і трохи почекати. Закінчивши телефонну розмову, він запитав, що нас до нього привело. Я розкрив креслення і почав розповідати, але він все і так сам побачив і почав задавати питання. Після моїх відповідей він набрав М.І. Галася і попросив терміново прийняти. У Михайла Івановича мені знову довелося розповідати про технічну пропозицію. Михайло Іванович уважно вислухав,

а потім почав задавати питання, чи не можна скоротити кількість секцій. Я відповів, що не можна, бо це обмежується наявним обладнанням із відповідними габаритами і що хай стики його не турбують, в них можна забезпечити надійну герметичність, створюючи відповідні контактні напруження. Коли питання були вичерпані, він зробив мені зауваження щодо чорно-білих креслень (мовляв, Макаров любить кольорові і пообіцяв, що до зустрічі з О.М. Макаровим (а це два-три дні) він зі своїми фахівцями зробить кольорові, взяв телефонну трубку прямого зв'язку з О.М. Макаровим. Коли той підняв трубку, М.І. Галась повідомив, що є пропозиції щодо подальшого ходу розробки ракети 15Ж44 і попросив призначити дату і час наради. Олександр Максимович відреагував миттєво: «Приходьте зараз».

Довелось іти з чорно-білим варіантом креслень. Дорогою до Олександра Максимовича разом з Євгенієм Олексійовичем та Валерієм Миколайовичем Михайло Іванович мені давав інструкції:

– Доповідай чітко і коротко, час у нього обмежений. Креслення він читає добре і ловить все на ходу.

Коли ми зайшли в приймальню, секретарка Тіна Миколаївна тут же повідомила О.М. Макарова, що в приймальні М.І. Галась із делегацією.

– Хай заходять, – розпорядився Олександр Максимович.

Коли ми ввійшли, він встав із-за робочого столу, з усіма привітався за руку і запросив за великий стіл, на якому знаходилися ваги з нержавіючої сталі для притискання креслень на листах ватману. Сам Макаров сів у торця столу. М.І. Галась і Є.О. Єрофеев з одного боку, а ми з Кулаковим – навпроти. Валерій Миколайович допоміг мені розгорнути креслення і притиснути вагами. Я почав доповідати, а О.М. Макаров уважно слухав і розглядав креслення. Коли я закінчив, він почав задавати питання, дуже професійні з усіма тонкощами. Наприклад, за рахунок чого буде забезпечуватися герметичність між секціями в коловому напрямку при дії високотемпературного газу, яким чином буде здійснюватися центрування і кріплення секцій до шпангоуту, як буде забезпечуватися герметичність у радіальному напрямку між секціями опорного поясу та шпангоутом, чи достатня міцність кріплення гуми до армувальних елементів, яким чином будуть перевірятися пружно-деформаційні характеристики й інші. Почувши мої відповіді, в тому числі, про необхідність закупівлі спеціальної випробувальної машини Р-50 на розтягування і стиснення зусиллям до 50 тонн із трьома діапазонами вимірювань (10, 25 і 50), він запитав у Михайла Івановича:

– Якщо взяти гарантовану надійність за 100 відсотків, на скільки відсотків ти б оцінив оце запропоноване технічне рішення? – з ним він був на Ти.

– Приблизно на 90–95 відсотків, – майже не задумуючись, відповів Михайло Іванович. – До 100 відсотків ми доведемо в процесі випробувань і подальшого відпрацювання.

Потім О.М. Макаров звернувся до мене з питанням, чи можу я випустити креслення поки що без узгодження ТЗ із представництвом замовника. Я спочатку питання не зрозумів і не одразу відповів. Він помітив мою розгубленість і уточнив, що мовляв, потрібно швидко перевірити це технічне рішення. А коли ми почнемо узгоджувати всі деталі з представництвом замовника, то втратимо час, якого в нас обмаль. Звертаючись до Михайла Івановича, він запитав:

– Ми маємо право на науковий експеримент?

– Звичайно, – відповів М.І. Галась, – але це надто дорого коштує.

– Я ж не за кошти тебе запитую, це моє питання, а за надійність технічного рішення. Так на скільки відсотків ти його оцінюєш? – знову запитав Макаров.

– Не менше, ніж на 95 відсотків.

Тоді О.М. Макаров запитав у мене, скільки часу потрібно на випуск креслень. Я відповів, що приблизно шість місяців.

– Ну ти і загнув, голубок, три місяці і жодного дня затримки.

Потім він запросив до себе головного інженера О.С. Короткова, головного хіміка П.В. Останіна і головного технолога В.М. Кульчева і повідомив, вказуючи

на креслення, що запускаємо в роботу секційний варіант опори осьового стиснення. На цій нараді домовилися, що за представлення в призначений термін креслень на оснащення відповідає П.В. Останін, за виготовлення технологічного оснащення – О.С. Коротков, за розробку технологічної документації на виготовлення арматури і оснащення – В.М. Кульчев. А за весь комплекс робіт, включаючи розробку конструкторської документації на опору, її відпрацювання і випробування відповідає КБ-2 КБ «Південне» в особі М.І. Галася. Після передачі креслень мені щопонеділка потрібно бути на рапорті в директора з доповіддю про хід робіт стосовно виготовлення арматури, оснащення та різноманітних пристроїв для виготовлення елементів секційної опори.

Рівно за три місяці я з тубусом креслень з'явився у приймальні О.М. Макарова із супровідним листом для передачі креслень на оснащення. Креслення на опору і її елементи я передав у КБ-2 через канцелярію раніше. Тіна Миколаївна, побачивши мене, запитала:

– А Ви креслення привезли? Сьогодні спливає термін. Я Вам телефонувала, а мені відповіли, що Ви поїхали в КБ. Вас хотів терміново бачити головний інженер О.С. Коротков, зайдіть до нього.

– Ось вони, тут у тубусі, оформлені належним чином разом із супровідним листом. Листа з додатками потрібно зареєструвати в канцелярії.

– Давайте листа і креслення, ми розберемося, а Ви зайдіть до Олександра Сергійовича.

Коли я зайшов до О.С. Короткова, в нього був головний хімік П.В. Останін. Вони якраз обговорювали план дій, якщо я привезу креслення. Швидко домовились щодо супроводження спеціалістами філіалу виготовлення на заводі оснащення, арматури і пристроїв для забезпечення технологічного процесу виготовлення секцій.

Коли все необхідне завод виготовив і поставив, з'ясувалося, що при пікоструминній обробці арматура на секціях деформувалася. Технолог Діна Лук'янівна Політаєва була в розпачі. Такої ситуації протягом тривалого часу роботи у філіалі в неї ще не було. Технологічними прийомами нам вдалося цю деформацію попередити, швидко виготовити і поставити заводу два комплекти секцій для виготовлення опор осьового стиснення.

Невдовзі, одного суботнього ранку до мене на квартиру завітав В.М. Кулаков і прямо з порогу повідомив, що в Павлограді не складаються опори: «М.І. Галась сказав, щоб я заїхав за тобою, машина біля під'їзду, і разом розібралися в чому справа. Перепустки нам замовлені». Причини, через які не складаються опори, він точно не назвав, але сказав ключову фразу (що нібито секції завеликі і не розміщуються на шпангоуті), яка мені допомогла зорієнтуватися і вжити необхідних заходів. Захопивши паспорт і тубик із Ціатимом-221, ми відправилися в Павлоград.

У цеху, куди нас привели, було багато людей, у тому числі і директор заводу В.М. Шкуренко, який одразу нас звинуватив у помилках у проектуванні і виготовленні, тому опора не складається. Не дуже привітним був і начальник цеху, який нас підвів до шпангоута із закріпленими секціями без останньої, яка не вміщалася, при цьому обізвав нас «горе-конструкторами». Валерій Миколайович нахилився до мене і тихо спитав:

– Що будемо робити?-

– Спочатку все розібрати, а потім скласти, – так само тихо відповів я. Попросили в начальника цеху халати, ключі і щоб біля опори нас залишили з В.М. Кулаковим самих. Він погодився і все необхідне нам видали. У цеху залишилися черговий персонал і ми.

Ми швидко розібрали всі закріплені секції, перевірили різьбові з'єднання і елементи еластичних замків. Вони всі були придатні для подальшого складання. Задля зменшення зусилля складання при притисканні секцій між собою і до шпангоута ми змастили торці секцій Ціатимом – 221, тубик якого я захопив з собою.

Помилка заводчан у складанні опори полягала в тому, що між секціями у впадинах і виступах, які при контакті між собою оформляли еластичний замок, потрібно створити рівномірний натяг по всьому колу для забезпечення герметичності. А тому під час складання необхідно було не до кінця закріплювати кожен секцію, а поступово,

тобто рівномірно, натягуючи по колу. Крім того, коефіцієнт тертя в сухій гуми надто великий і наближається до одиниці. Змастивши торці секцій у впадинах і на виступах, ми забезпечили порівняно легке складання.

Через дві години два шпангоути із закріпленими на них секціями перетворилися на опори осевого стиснення. Їх зовнішній вигляд підняв настрій не тільки нам, а й черговому персоналу, який оточив шпангоути. Ми з Валерієм були в гарному настрої, в персоналу попросили телефон і зв'язалися з В.М. Шкуренко, повідомивши, що ми роботу закінчили і щоб він розпорядився її прийняти. Через кілька хвилин біля опор були директор заводу, начальник цеху і працівники бюро технічного контролю (БТК). Побачивши складені опори, Віталій Михайлович уважно їх розглянув і навіть поспробував руками, чи надійно закріплені секції. Настрій його змінився на привітний і тепер, посміхаючись, Віталій Михайлович звинувачував начальника цеху, що той не зміг скласти опори. Коли працівники БТК підтвердили відповідність кресленням, Віталій Михайлович підійшов до нас і подякував за допомогу. Потиснувши руки, він побажав нам щасливої дороги.

Потім на Південному машинобудівному заводі освоїли нову технологію виготовлення арматури, і ми почали виготовляти секції великими партіями. На розривній машині Р-50 ми контролювали пружно-деформаційні характеристики: спочатку кожної секції, а потім, коли набрали статистичні дані і переконалися в їх стабільності, – лише одну-дві секції від денного виготовлення. Більше проблем зі складанням секцій на шпангоути у Павлограді не було. Тепер ми з В.М. Кулаковим очікували автономних гарячих випробувань, які проходили в кілька етапів. На всіх етапах були М.І. Галась і я з В.М. Кулаковим. На останньому етапі, коли випробування минули успішно, Михайло Іванович мене обійняв, подякував за розробку і запитав, щоб я хотів отримати: орден Леніна чи Державну премію? Я відповів, що, мабуть, зарано про це говорити, адже ще не було льотних випробувань. Він посміхнувся і сказав, що не рано: параметри випробувань закладені з певним запасом і вони задовільні.

Як показали подальші випробування, розробка оказалась вдалою і пішла в життя практично без суттєвих змін. Ми оформили відповідні охоронні документи і їх отримали разом із КБ «Південне» порівняно швидко у співавторстві працівників двох підприємств. Вказана розробка була впроваджена і в ракетах інших модифікацій. За цикл робіт зі створення ГТВ спеціального призначення, включаючи еластичний опорний шарнір, про який зазначено далі, КБ «Південне» включило мене в авторський колектив на присудження Державної премії СРСР за створення високоенергетичного ракетного двигуна на твердому паливі, диплом на яку мені видали у Москві 13.02.1991 року за розробки попередніх років. Разом зі мною отримали вказані нагороди колеги по роботі, зокрема: Леонтій Федорович Іванов – директор Дніпропетровського інституту технології машинобудування, Віталій Прокопович Чеховський – провідний конструктор ракетних комплексів, включаючи бойовий залізничний ракетний комплекс, який не має світових аналогів, та інші.

4. Особливості створення еластичного опорного шарніра для поворотного сопла. Йшов 1982 рік. У рамках створення твердопаливної ракети 15Ж60 я запропонував Головному конструктору з розробки двигунів на твердому паливі КБ «Південне» Володимирі Івановичу Кукушкіну поставити дослідно-конструкторську роботу (ДКР) щодо можливості створення еластичного опорного шарніра (ЕОШ) для поворотного сопла ракетного двигуна на твердому паливі (РДТП). Йому ця ідея сподобалася, але через відсутність досвіду, науково-експериментального заділу та фінансування поставити тоді ДКР не вдалося. Тоді ми організували на базі нашого філіалу групу ентузіастів, в яку ввійшли працівники підлеглої мені конструкторсько-технологічної лабораторії: В.П. Крючков, В.М. Сиса, В.Д. Чернявський, А.Ф. Чернухіна, працівники КБ «Південне» Б.І. Кушнір, В.О. Зензеров, ЛВМІ В.В. Крохотін та ін. Консультантом у нас був начальник відділу КБ «Південне» М.С. Голубенко. Розподілили обов'язки, розробили для групи програму досліджень, визначили тип зразків для досліджень – і робота закипіла.

Розробили креслення на гумометалеві зразки («сендвічі») та технологічне оснащення для їх виготовлення, а після їх виготовлення випробування пружно-деформаційних характеристик без руйнування здійснювали спочатку в Дніпропетровську, а потім на кафедрі опору матеріалів у ЛВМІ. На основі проведених сотень експериментів я розробив науково-технічну довідку, яка, на мій погляд, вселяла надію, і передав В. О. Зензерову для аналізу і пропозицій.

Коли з результатами попередніх досліджень ознайомилися М. С. Голубенко і В. І. Кукушкін, останній резюмував:

– Так це ж гарні результати, що дає змогу створити ЕОШ для поворотного сопла РДТП! Це те, що нам потрібно. Готуйте технічне завдання на ЕОШ і направляйте в ДФ НДІ ГП на узгодження.

Під час зустрічі з Володимиром Івановичем я зауважив, що не всі заплановані програмою дослідження виконані, на що він відповів:

– Будемо робити всі дослідження одночасно з розробкою – часу обмаль.

Так, у травні 1983 року за технічним завданням КБ «Південне» ми розпочали створення одного з найскладніших для нас у науково-технічному плані гумотехнічних виробів – ЕОШ, що являє собою великогабаритну багат шарову конструкцію з тонких сферичних шарів металу та гуми, що чергуються, і з'єднаних між собою та двома зовнішніми силовими фланцями із заданою міцністю в процесі вулканізації під тиском із центром повороту всіх елементів конструкції навколо однієї точки.

З позицій того періоду (та й сьогодні) для нас це був найскладніший гумометалевий виріб. Потрібно було одночасно вирішувати багато взаємопов'язаних задач: розробку і дослідження властивостей гуми із низьким модулем, розробку технології виготовлення ЕОШ із заданими параметрами, дослідження напружено-деформованого стану, забезпечення стабільності товщини гумових шарів і ступеню вулканізації по всій товщині конструкції, забезпечення заданої міцності зв'язку гуми з металом, забезпечення механічної обробки заготовки ЕОШ після вулканізації, забезпечення метрологічного достовірного контролю та ін. Потрібна була чітка координація роботи всіх підрозділів. В. С. Євчик як начальник відділу і Л. А. Маркова як начальник лабораторії № 5 були матеріалознавцями, тому вони взяли на себе розробку низькомодульної гуми і дослідження її властивостей, а мені було доручено розробляти конструкторську і технологічну документацію на ЕОШ, конструкторську документацію на оснащення і різноманітні пристрої, разом із метрологом розробляти програму відпрацювання технологічного процесу і метрологічного забезпечення контролю якості на всіх етапах відпрацювання. А. П. Балашов не розумів конструкції ЕОШ і того, як він мав забезпечувати роботоздатність, тому він лише підписував протоколи нарад та графіки робіт.

Робота була надто напружена для всього колективу, але всі учасники розуміли її важливість і старалися в межах своїх можливостей. Тим більше, що кожного дня в нас були представники КБ «Південне», які контролювали хід робіт. Найчастіше це були В. О. Зензеров і Б. І. Кушнір. Розробивши всю необхідну для початку робіт конструкторську документацію, ми передали її в КБ «Південне» для подальших робіт. Після напруженої роботи потрібно було відпочити і набратися сил. І я оформив відпустку.

Коли я вийшов на роботу, на мене чекав неприємний «сюрприз». З'ясувалося, що на одній із нарад А. П. Балашов підписав рішення, що ДФ НДІ ГП зобов'язується виготовляти не лише заготовку ЕОШ, а всі його металеві елементи, складне технологічне оснащення для її виготовлення і її механічну обробку після вулканізації. Це було всупереч сталій багаторічній практиці роботи з КБ «Південне» і Південним машинобудівним заводом, оскільки в нас не було умов, необхідних виробничих потужностей, великогабаритного металообробного обладнання, відповідних кадрів для виготовлення металевих елементів тощо. Передбачалося, що для зазначених цілей все необхідне обладнання поставить Південний машинобудівний завод. Я чудово розумів, що за такої постановки задачі найближчим часом ЕОШ не буде.

Підготувавши аргументованого листа на адресу Генерального конструктора КБ «Південне» В.Ф. Уткіна з проханням відмінити зазначене рішення та заяву про відсторонення мене від подальшого керівництва лабораторією № 1 і розробкою ЕОШ, я пішов до директора. Першим подав листа, але він його категорично не хотів підписувати, посилаючись на те, що я не розумію, який буде престиж для філіалу в разі успіху. Мої аргументи він чути не хотів. Тоді я подав свою заяву... На галас, що вчинився, зайшла секретарка і попросила зберігати тишину. Зрештою, лист А.П. Балашов підписав, але всі переговори по ньому доручив вести мені.

Володимир Федорович вказаний лист направив Л.Д. Кучмі, який на той час у нього був першим заступником. Потрібно віддати належне Леоніду Даниловичу, що він детально вивчив всі аспекти прийнятого рішення, його аргументацію і можливі наслідки. Він зустрівся з керівництвом заводу, його головними спеціалістами, заступниками головного конструктора КБ-5 і з'ясував їх думку. Потім на розмову запросив мене як головного опонента прийнятого рішення, задавав професійні питання за багатьма напрямками діяльності: терміни виготовлення заготовки ЕОШ, забезпечення якості виробу і її підтвердження, економічні аспекти, забезпеченість кадрами для експлуатації металорізального обладнання і його обслуговування, наявність виробничих площ для встановлення нового обладнання і скільки часу для цього потрібно тощо. Вислухавши мої відповіді, він висловив своє бачення:

– Я попередньо ознайомився із ситуацією, яка склалася. Звичайно, Головному конструктору В.І. Кукушкіну хочеться мати справу з одним відповідальним підприємством, тобто з вашим філіалом. Але закупівля, встановлення і налагодження нового обладнання потребує значного часу, якого в нас немає. Кваліфіковані робітники для роботи на цьому обладнанні у вас також відсутні. Та й завантаження його буде не значним. Тому, на мою думку, для забезпечення виготовлення ЕОШ потрібно зберегти наявну систему взаємовідносин між КБ «Південне», Південним машинобудівним заводом і вашим філіалом, про що я і буду доповідати Володимир Федоровичу. При цьому представники вашого філіалу повинні вести авторський супровід виготовлення оснащення, елементів ЕОШ і різних пристроїв та комплектуючих. Виготовлення заготовки ЕОШ буде здійснювати ваш філіал, а після механічної обробки для випробування ми підключимо ДФ НДІ ТМ. Звертаю Вашу увагу, що всі роботи повинні виконуватися швидко і якісно. Чи згодні Ви з такою пропозицією?

– Звичайно, – була моя відповідь. – Саме такою я і передбачав нашу співпрацю.

Так, за підтримки Леоніда Даниловича було відмінено злочасне рішення і розпочалася одна із найцікавіших розробок із КБ «Південне» – створення еластичного опорного шарніра для принципово нового ракетного двигуна на твердому паливі.

На першому етапі виготовлення ЕОШ ми зіткнулися з багатьма проблемами: не змогли досягнути достатньої міцності зв'язку гуми з металом, мала місце анізотропія властивостей у гумових шарах через неоднорідність температурного поля по висоті виробу, велика гнучкість металевих тарілок і їх напружено-деформований стан після піскоструминної обробки давали низьку міцність зв'язку гуми з металом у готовому виробі, що при вогневих випробуваннях двох ЕОШ призвело до їх руйнування. Останнє викликало переполох на всіх рівнях.

Одного суботнього ранку ми зібралися з дружиною виїхати на природу і відволіктися від різних неприємностей, але не встигли вийти з квартири, як у двері подзвонили і коли я відчинив двері тамбура, де я вже встиг розмістити сумки для поїздки на природу, я побачив радісного Вячеслава Олександровича Зензерова. Привітавшись, він прямо з порогу сказав:

– В.І. Кукушкін запланував термінову нараду по ЕОШ і тебе на неї запрошує, машина нас чекає внизу, подробиці розкажу в машині.

Я заніс сумки в коридор квартири, попросив дружину мене почекати, після наради, мовляв, поїдемо на природу. Біля корпусу КБ-5 нас чекав В.І. Кукушкін і, привітавшись, посміхаючись запросив сісти у рафік, в якому було близько десятка людей, мовляв, нараду проведемо в іншому місці. Оскільки там були знайомі мені люди,

в тому числі провідні конструктори, я нічого не запідозрив. Спочатку я подумав, що ми їдемо в Павлоград, але коли ми виїхали на Запорізьке шосе, зрозумів, що скоріше за все в аеропорт. На мої питання, куди ми їдемо, всі тільки посміхалися. В аеропорту на нас чекав літак, яким ми прилетіли в Домодедово. Інший «рафік» нас доставив на Міуську площу 1. Ніяких документів у мене з собою не було, а тому Володимир Іванович провів мене через запасні двері зі входу з внутрішнього двору. На вході, де нас зустрів охоронець у формі, Володимир Іванович показав своє посвідчення, назвав моє прізвище і прізвище чиновника Матрьоніна, до якого ми прибули. Охоронець із стопки паперів взяв якийсь аркуш, пробіг по ньому очима, запитав моє прізвище, ім'я та по батькові і, почувши мою відповідь, промовив:

– Пройдіть.

Піднявшись, здається, на третій поверх, Володимир Іванович підвів мене до одного із кабінетів і, прочинивши двері та підштовхнувши мене вперед до великого столу, за яким сидів солідно одягнутий чоловік, промовив:

– Олександр Сергійовичу, ось ця людина, через яку ми не маємо шарніру, – і легко підштовхнув мене вперед ближче до столу.

Цим солідним чоловіком виявився заступник міністра Олександр Сергійович Матрьонін. Він запросив мене присісти і пильно почав мене розглядати, нібито хотів прочитати мої думки, а я дивився на нього, не відводячи очей, гадаючи, що на мене чекає. Так тривало кілька секунд, а потім він запитав, чи знаю я причини руйнування шарніру. Я відповів, що поки що не знаю, але виділив два напрями робіт, які потрібно терміново провести, щоб остаточно переконатися в причинах руйнування: один напрям – по лінії нашого міністерства, а другий – по лінії міністерства замовника, і перелічив деякі з них, наголосивши на необхідності їх проведення. Після обговорення був схвалений план дій і О.С. Матрьонін набрав короткий номер телефону. Я зрозумів, кому він телефонував (це був наш новий заступник міністра М.Т. Четвериков, якого я знав по роботі як директора Курського заводу ГТВ):

– Микола Тихоновичу, зараз до тебе приїде одна молода особа, – і назвав моє прізвище, – вона тобі розкаже про наші проблеми, а ти допоможи нам по своїй лінії в найкоротший термін, – і замовк, слухаючи співрозмовника на іншому кінці дроту, а вислухавши, промовив:

– Тим краще, що знайомі, швидше порозумієтеся. Вдячний за розуміння! – і повернувшись до мене, продовжив:

– Ви, виявляється, знайомі, тоді швидше знайдете спільну мову. Внизу тебе чекає машина, все інше ти чув. Розкажи більш детально, він людина розумна і обов'язково допоможе, а після повернення ми продовжимо.

Оскільки це був суботній день, у Міністерстві, що розташоване на вул. Гіляровського, 31, працівників було мало. Микола Тихонович встав із-за столу, привітався і, запросивши до столу, став уважно слухати. Після моєї розповіді, уточнивши деякі питання, він пообіцяв допомогти і надав координати директорів підприємств, до кого я маю звертатися, мовляв, у понеділок вони будуть про мої звернення знати, а про терміни домовимося.

З Міністерства я встиг зателефонувати додому і стисло повідомив, де я знаходжусь і як я там опинився. Катюша, моя дружина, все зрозуміла і зайнялася хатніми справами.

Коли після повернення на Міуську площу, 1, я доповів про результати переговорів О.С. Матрьоніну і В.І. Кукушкіну, вони залишилися задоволеними. Потім ми обговорили подальші етапи робіт і терміни їх виконання. Наприкінці бесіди Олександр Сергійович зауважив, що він сподівається після цієї бесіди на оперативність моїх дій і чекає разом із В.І. Кукушкіним від філіалу гарних результатів.

У той же день пізно ввечері я дістався додому, вибачившись перед дружиною Катюшею, що так на природу і не потрапили. Вона моє ставлення до роботи чудово розуміла і пробачала, що мене здорово окриляло.

Допомога міністерств була дійсно дієвою, ми отримали відповідну сировину і напівфабрикати, а всі інші питання вирішили самі. Ми моделювали на зразках багато

технологічних прийомів, підвищили міцність зв'язку гуми з металом, покращили однорідність по товщині гумових шарів у радіальному і коловому напрямках і в цілому по висоті, що впливало на стабільність різних параметрів, у тому числі зусилля повороту ЕОШ і ін. Після виготовлення кожного ЕОШ та його випробування ретельно аналізувалися параметри виготовлення і негативні наслідки, які негайно усувалися за рахунок відповідних конструкторсько-технологічних заходів. Хочу зазначити, що відпрацювання ЕОШ здійснювалося практично цілодобово великою кількістю спеціалістів філіалу разом із працівниками КБ «Південне», Південним машинобудівним заводом і інших суміжних організацій. Незважаючи на два випадки відмов при вогневих випробуваннях ЕОШ, по яких були створені дві державні комісії, але так причин і не встановили (ми їх встановили пізніше самі методами моделювання і розробили дієві заходи їх запобігання), робота зі створення ЕОШ, а на його основі всього двигуна з поворотним соплом увінчалася успіхом.

При створенні ЕОШ було реалізовано багато технічних оригінальних рішень, які на поточний момент втілені в розробках багатьох інших галузей економіки, зокрема в будівництві. Так, наприклад, у процесі будівництва автодорожніх і залізничних шляхопроводів деякі елементи конструкції і технології виготовлення ЕОШ були використані для створення гумоармованих опорних частин (ГАОЧ) саме для вказаних шляхопроводів і будівництва НСК «Олімпійський». На шляхопроводах вони забезпечують велику жорсткість у вертикальному напрямку, що дає змогу витримувати великі навантаження, і задану податливість при горизонтальних температурно-силових деформаціях внаслідок річних змін температури навколишнього середовища, за яких розвиваються великі зусилля зсуву, що супроводжуються наявністю постійної вібрації від рухомого транспорту. Крім того, з огляду на значні габарити прольотів шляхопроводів, в яких мають місце короблення після виготовлення, ГАОЧі за рахунок деформації в них гумових шарів забезпечують компенсацію вказаних недоліків. Аналогічним образом використовуються ГАОЧі в конструкції стадіону НСК «Олімпійський» і в низці інших великих об'єктів, наприклад, торговельно-культурних і спортивних центрах у великих містах України (Дніпро, Львів).

Слід зазначити сміливість і мужність Генерального конструктора Володимира Федоровича Уткіна і Головного конструктора КБ-5 Володимира Івановича Кукушкіна КБ «Південне», що взяли на себе велику відповідальність за прийняті технічні рішення з використання гуми як конструкційного матеріалу для обтюраторних манжет, компенсуючого ущільнювача для збільшення ступеню розширення сопла, амортизаційних гумометалофторопластових поясів осевого і радіального стиснення, еластичного опорного шарніра і багатьох інших гумотехнічних виробів, що стало тріумфом у створенні високоенергетичних ракетних двигунів на твердому паливі (РДТП) [1, с. 224; 3, с. 255; 6, с. 65].

За створення РДТП 15Д305 для ракети 15Ж60, для якої створена велика кількість унікальних пристроїв із ГТВ, в яких гума як конструкційний матеріал відіграє важливу роль, велика група спеціалістів була відзначена високими державними нагородами, в тому числі і автор цих рядків в 1990 році був удостоєний звання «Лауреат Державної премії СРСР».

5. Від теорії до практики за допомогою гумового багатофункціонального виробу. Із теорії відомо [4, с. 183], що максимальна питома тяга ракетного двигуна досягається при незмінних витратах палива тоді, коли тиск продуктів згоряння на зрізі сопла дорівнює атмосферному тиску на певній висоті польоту. Такий режим називається розрахунковим режимом сопла.

Таким чином, тяга двигуна залежить виключно від зовнішнього атмосферного тиску, який зменшується в разі збільшення висоти. Тяга двигуна збільшується з підвищенням швидкості потоку продуктів згоряння, яка залежить від ступеня розширення сопла і призводить одночасно до збільшення габаритів двигуна і ракети. Отже, з підняттям ракети на розрахункову висоту потрібно збільшувати ступінь розширення сопла з метою вирівнювання тисків і збільшення тяги. Однак при роботі двигуна в атмосферних умовах

при старті ми маємо обмеження по тиску потоку продуктів згоряння на зрізі сопла, який повинен бути не меншим того значення, при якому вказаний потік може бути загальмованим зовнішнім тиском у межах самого сопла. Ступінь розширення сопла від найменшого (критичного) до найбільшого на його зрізі визначається конструкцією сопла. При старті ракети з Землі тяга ракетного двигуна в таких випадках має найменше значення, а потім збільшується до меж найбільшої тяги, яку може забезпечити ракетний двигун у пустоті. За межами атмосфери тяга ракетного двигуна залишається постійною.

У процесі проєктування ракетного двигуна доцільно вибирати сопло з таким розрахунком, щоб на старті воно забезпечувало роботу в режимі перерозширення. Потім із підняттям ракети на певну висоту тиск на зрізі сопла вирівнюється з тиском навколишнього середовища, при цьому тяга ракетного двигуна збільшується. З подальшим підняттям ракети на задану висоту сопло забезпечує роботу в режимі недорозширення. Це означає, що тяга ракетного двигуна значно нижча, ніж могла би бути в пустоті, при цьому ступінь розширення сопла повинен бути значно більшим. Але якщо такий ступінь розширення сопла зробити при земному атмосферному тиску, то його робота буде ще в більшому режимі перерозширення, що означає для ракетного двигуна ще меншу тягу, ніж у першому випадку, а значить, меншою є змога підняти більший корисний вантаж при старті з землі.

У навчальному посібнику для студентів машинобудівних навчальних закладів і читачів В.І. Феодосєв «Основи техніки ракетного польота» [4, с. 185] зазначив: *«Мечта изобретателя – это создание механизированного сопла, такого, чтобы на атмосферном участке полета можно было менять выходное сечение в близком соответствии с расчетным режимом по высоте. Однако не толкая читателя на путь изобретательства, а скорее предостерегая его, скажем только, что попытки создать такое сопло неоднократно предпринимались, но к успеху пока не привели. Задача эта трудная и даже вряд ли разрешимая...»*. Це було написано в 1979 році. А вже через 10 років таке сопло було створене у співдружності Конструкторського бюро «Південне» та ДФ НДІ ГП під керівництвом Головного конструктора КБ-5 В.І. Кукушкіна та автора цих рядків. Основою створення такого сопла стали значні досягнення з розробки нових матеріалів з унікальними властивостями, технології виготовлення та новітніх конструкторських рішень.

Велику роль у створенні вказаного сопла відіграв багатофункціональний великогабаритний гумовий низькомодульний виріб у вигляді трапецеподібного амортизатора, який одночасно виконує кілька функцій. Спочатку амортизатор поглинає енергію посадки рухомого насадка сопла із сідлом конусного типу, zdeформувавши його на задану величину і накопичивши в гумі запас потенціальної енергії, яка після зупинки руху насадка перетворюється на кінетичну енергію, а потім певним зусиллям повертає насадок назад на задану величину, забезпечивши компенсацію перекоосу насадка і його фіксацію у відповідному положенні. Задана величина деформації амортизатора забезпечує достатні контактні напруження між металевим сідлом і гумовим амортизатором та надійну герметичність з'єднання. Таким чином, вказаний виріб забезпечує функцію поглинання енергії, компенсатора, силового елемента й ущільнювача нерухомого з'єднання. А разом з іншими елементами конструкції стало можливим створення соплових насадків РДТП із великим ступенем розширення [3, с. 255].

У зв'язку з відсутністю на той період великогабаритного вулканізаційного обладнання виготовлення вказаного амортизатора здійснювалося формовим багатостадійним способом, який описано раніше [5].

Як видно з невеликого переліку технічних рішень, за допомогою гумотехнічних виробів із різними властивостями та в комбінації з іншими конструкційними матеріалами і виробами на їх основі вдалося створити нові конструкції і технології, що забезпечили відповідний внесок у розвиток науково-технічного прогресу щодо створення ракетно-космічної техніки.

Це стало можливим лише за потужної всебічної підтримки і допомоги підприємству Конструкторського бюро «Південне» і «Південного машинобудівного заводу» як

ініціаторів його створення та висококваліфікованих працівників підприємства, які багато чого навчилися у своїх наставників.

REFERENCES

1. Raketchnik, stavshij prezidentom [Rocketeer who became president / K 80-letiyu so dnya rozhdeniya L.D. Kuchmy] / *Pod obshch. redakciej V.P. Gorbulina i A.V. Degtyareva*. Spejs-Inform, 2018.– 392 s. (in Russian).
2. Rakety i kosmicheskie apparaty Konstruktorskogo byuro «YUzhnoe» [Rockets and spacecraft of Yuzhnoye Design Bureau] / *Pod obshch. redakciej akad. NANU S.N. Konyuhova*. Dnepropetrovsk: GKB «YUzhnoe» im. M. K. YAngelya. 2000.– 240 s. (in Russian).
3. UTKIN. Zvezdy General'nogo konstruktora [UTKIN. Stars of the General Designer] / *Pod obshch. redakciej A.V. Degtyareva*. Dnepropetrovsk: ART-PRESS. 2013.– 672 s. (in Russian).
4. Feodos'ev, V.I. Osnovy tekhniki raketnogo poleta [Fundamentals of rocket flight technology]. M.: Nauka. Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury, 1979.– 496 s. (in Russian).
5. Horol'skij, M. S., Shevcov, E. I., Nazarenko, O.P. Istoricheskie i tekhnicheskie aspekty sozdaniya uplotnitel'nyh ustrojstv dlya raket s minometnym startom [Historical and technical aspects of creating sealing devices for rockets with a mortar launch] / *Naukovi chitannya «Dniprovs'ka orbita – 2018»: Zbirnik dopovidej.*– Dnipro, NCAOM, 2018.– 242 s. (in Russian).
6. Horol'skij, M.S. Istoriya sozdaniya elastichnogo opornogo sharnira dlya dvigatelya 15 D305 rakety 15ZH6 [The history of the creation of an elastic support hinge for the engine 15 D305 of the 15Zh6 rocket]. *Naukovi chitannya «Dniprovs'ka orbita – 2019»: Zbirnik dopovidej.*– Dnipro, NCAOM, 2019.– 206 s. (in Russian).

Received 26.01.2022

Received in revised form 16.03.2022

Accepted 25.03.2022