



Дорогие читатели!

30 августа 2021 г. исполнилось 103 года со дня рождения первого министра общего машиностроения СССР (1965–1983), выдающегося организатора ракетно-космической промышленности, дважды Героя Социалистического Труда Сергея Александровича Афанасьева, имя которого с 2016 г. носит наше Предприятие.

Под началом С.А. Афанасьева объединены многие научно-исследовательские институты, конструкторские бюро и заводы. Создана комплексная отрасль, способная самостоятельно решать все вопросы создания ракетно-космической техники – от научно-исследовательских и конструкторских работ до серийного изготовления.

По признанию С.А. Афанасьева, уровень научных разработок, конструкторско-технологических работ, организации качественного производства во многом определяют работы учёных, конструкторов, технологов, инженеров, испытателей ракетно-космической техники.

В этом выпуске журнала приведены результаты анализа деятельности ракетно-космической промышленности в условиях санкционных ограничений и изменения приоритетов стратегических направлений, предложены методики по оценке инновационного развития производства и эффективности перспективных машиностроительных технологий, рассмотрены актуальные вопросы диверсификации производства предприятий оборонно-промышленного комплекса. Также в журнале представлены результаты научно-технической экспертизы эскизного проекта, разрабатываемого АО «НПО Лавочкина», на космический аппарат нового поколения для оптико-электронного сканирования земной поверхности.

Одним из средств достижения высокого качества выпускаемой продукции является цифровизация производства изделий ракетно-космической техники. Внедрение фото- и видеофиксации, проведение соответствующих организационно-технических мероприятий обеспечит существенное улучшение показателей качества. Например, применение современных автоматизированных систем машинного зрения и неразрушающего контроля позволит избежать нарушений, вызванных человеческим фактором и зависящих от квалификации исполнителя и контролера службы качества.

Для авторов крайне важен обмен мнениями, опытом, принципами организации процессов и примерами реализации успешных проектов. Вестник «НПО «Техномаш», безусловно, послужит авторитетным источником информации в этой области интересов.

И.о. генерального директора
ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева



Ю.В. Власов





СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вайцехович С.М.

Разработка оборудования для СВС-баротермии 4

Бецеков В.Г., Синякова Т.И., Бочаров Ю.А.

Исследование влияния геометрии сферодина на метод сферодинамического формообразования деталей агрегатов изделий ракетно-космической техники 12

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ РКП

Пантелеев К.Д., Юрцев Е.С.

Метод прогнозирования показателей технического уровня изделий космической техники в условиях различной полноты ретроспективной информации 16

Кузин А.И., Буйлов Д.С.

Методический подход к оценке эффективности перспективных машиностроительных технологий при производстве ракетно-космической техники 19

Кондратенко А.Н.

Сопровождение инновационного развития производства и методика определения реализации программ по созданию ракетно-космической техники 23

СПЕЦИАЛЬНЫЕ И УНИКАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РКП

Должанский Ю.М., Жарков Д.Е., Захаров М.А., Илингина А.В., Кузин А.И., Петров М.С., Пушкарев С.А.

Космический аппарат нового поколения для дистанционного зондирования Земли 40

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И МЕТРОЛОГИЯ

Круглов И.А., Рябчиков П.В.

Элементы цифровизации производства для обеспечения контроля качества с применением фото- и видеофиксации 45

Омигов Б.И., Рябчиков П.В., Круглова Ю.В.

Нештатные ситуации, вызванные несоблюдением технологической дисциплины при выполнении сварных и паяных соединений 48

Лобанов А.В., Жуков В.В., Круглова Ю.В.

Проблемные вопросы проведения входного контроля материалов и покупных (комплектующих) изделий 51

ЭКОНОМИКА МАШИНОСТРОЕНИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Зобов Ю.А., Синьковский Ф.К.

Актуальные вопросы диверсификации производства предприятий ОПК и конкуренции на рынках продукции гражданского назначения 56



CONTENTS

BLANK PRODUCTION TECHNOLOGIES

<i>Vaitsekhovich S.M.</i>	
Development of Equipment for SHS-Barothermy	4
<i>Beshchekov V.G., Siniakova T.I., Bocharov Iu.A.</i>	
A Study of the Spherodyne Geometry Influence on the Spherodynamic Shaping Method of the Aerospace Equipment Assembly Parts	12

MODERN REQUIREMENTS AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF AEROSPACE ENTERPRISES

<i>Panteleev K.D., Iurtsev E.S.</i>	
A Method for Indicators Prediction of the Aerospace Products Technical Level in Conditions of Varying Completeness of Retrospective Information	16
<i>Kuzin A.I., Builov D.S.</i>	
Methodological Approach for the Effectiveness Assessment of Advanced Mechanical Engineering Technologies in the Aerospace Equipment Manufacturing	19
<i>Kondratenko A.N.</i>	
Innovative Development Support of Manufacturing and the Methodology for Determining the Implementation of the Aerospace Equipment Engineering Programs	23

SPECIALIZED AND UNIQUE PROCESS EQUIPMENT AND FIXTURE FOR THE AEROSPACE PRODUCTS MANUFACTURING

<i>Dolzhanskii Iu.M., Zharkov D.E., Zakharov M.A., Ilingina A.V., Kuzin A.I., Petrov M.S., Pushkarev S.A.</i>	
A Next-Generation Space Vehicle for Earth Remote Sensing	40

STANDARDIZATION, CERTIFICATION, QUALITY AND METROLOGY

<i>Kruglov I.A., Riabchikov P.V.</i>	
Manufacturing Digitalization Elements for Quality Assurance with Photo and Video Recording	45
<i>Omigov B.I., Riabchikov P.V., Kruglova Iu.V.</i>	
Contingencies Caused by Non-Compliance with Process Discipline During Welded and Brazed Joints Production	48
<i>Lobanov A.V., Zhukov V.V., Kruglova Iu.V.</i>	
Problem Topics of the Incoming Inspection of Materials and Purchased (Components) Products	51

ECONOMICS OF MECHANICAL ENGINEERING, PRODUCTION ARRANGEMENT

<i>Zobov Iu.A., Sinkovskii F.K.</i>	
Relevant Topics of Manufacturing Diversification of the Military-Industrial Complex Enterprises and Competition in the Markets of Civilian Products	56

УДК 629.78

Вайцехович С.М.
Vaitsekhovich S.M.

Разработка оборудования для СВС-баротермии

Development of Equipment for SHS-Barothermy

Разработано устройство для прессования изделий методом СВС-баротермии. Конструкция устройства позволяет по мере послойного горения исходной заготовки удалять в резервуар образующийся газ и направлять его на предварительное уплотнение продуктов синтеза за счёт перемещения верхнего и нижнего пуансонов навстречу друг к другу. Окончательно продукт синтеза деформируется прессовым оборудованием, перемещением обоих пуансонов навстречу друг другу, сохраняя между собой силовое равновесие, которое осуществляется за счёт выравнивания давления в полости пневматических устройств моторами-насосами.

A device for products pressing by the SHS-barothermy method is developed. The design of the device allows, according to layer-by-layer combustion of the initial workpiece, to remove the generated gas into the reservoir and direct it for preliminary compaction of the synthesised products due to the movement of the upper and lower punches towards each other. The synthesis product is finally deformed by pressing equipment due to moving both punches towards each other with maintaining a force balance between themselves, which is carried out by equalizing the pressure in the cavity of pneumatic devices by motor-pumps.

Ключевые слова: СВС-баротермия, технология, порошок, синтез, горение, синтезированный продукт, газы, пресс-форма, деформация.

Keywords: SHS-barothermy, technology, powder, synthesis, combustion, synthesised product, gases, die, deformation.

Введение

За последние пятьдесят лет одним из перспективных направлений получения тугоплавких соединений является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) – изотермический химический процесс синтеза (горение), протекающий в автоволновом режиме в смесях порошков, приводящий к образованию конденсированных продуктов в виде спёков – высокопористых твердых веществ произвольной формы. Для формообразования из спёков деталей к ним на стадии охлаждения прикладывают внешнее давление. Отсюда – СВС, в котором используют внешнее давление; в порошковой металлургии принято обозначать как СВС-баротермия (давление+температура).

Под горением понимают протекание сильно экзотермической химической реакции при темпе-

ратурах, развиваемых в результате саморазогрева вещества. Существуют два принципиально отличающихся режима горения: послойный (волновой) и объёмный. Процессы протекают в камерах сгорания: реакторах, печах, термосах и пр.

Послойный процесс горения протекает в узкой зоне, разделяющей исходные реагенты от разогретых продуктов реакции, и самопроизвольно, за счёт теплопередачи, перемещается в виде волны горения в направлении исходных реагентов со скоростью, определяемой химическим составом реагентов. Объёмный процесс горения протекает при непрерывной подаче исходных веществ с одновременным удалением продуктов реакции горения (жидкостной ракетный двигатель), при этом осуществляется смешение исходных веществ с продуктами реакции.



Поведение продуктов горения (синтеза) во временном интервале аналогично процессу плавки металла в металлургии: от расплава к твёрдому состоянию, однако этапы перехода от жидкого к твёрдому состоянию в разы меньше.

СВС-баротермия относится к волновому горению и предполагает использование элементов внешнего силового воздействия на продукты синтеза в целях качественного изменения их структуры и, следовательно, физико-механических и металлических свойств конечного синтезированного продукта [1].

При СВС выделяется большое количество газов, которые удаляются через сквозные каналы, расположенные в рабочем инструменте (матрице и пуансонах).

Пресс-формы для СВС-баротермии

Для получения компактных деталей существуют две схемы проведения СВС-баротермии.

Первая схема широко применяется на практике для получения твёрдосплавных заготовок, у которых отношение толщины к диаметру меньше 1/4. Исходные реагенты размещаются в оболочковой форме, которая укладывается в пористый теплоизолятор, в качестве которого используется просеянный речной песок. Песок SiO_2 , кроме теплоизолятора, используется для передачи внешнего давления и выступает в качестве пористой среды, отводящей при горении адсорбированные газы и легкоплавкие примеси. Достоинством указанной схемы является простота проведения процесса, недостатком – трудность воспроизведения формы исходной шихтовой заготовки [2].

В соответствии с предложенной А.Г. Мержаниным временной диаграммой СВС-компактирования (рис. 1) время инициирования реакции горения t_1 варьируется в пределах 0,3...0,7 с и зависит от мощности теплового импульса и состава экзотермической шихты.

Время прохождения волны горения по объёму заготовки $(t_2 - t_1)$ соответствует 0,5...1,5 с и определяется теплофизическими характеристиками (теплопроводностью, теплоёмкостью, тепловыделением), относительной плотностью и т.п. Время прессования $(t_3 - t_2)$ составляет 1...5 с и связано с конструк-

тивными особенностями оборудования, пресс-формы, массой исходных реагентов (шихты) и уровнем заданного давления. Время выдержки спрессованной заготовки под давлением зависит от состава шихты, скорости охлаждения и составляет 3...120 с. Время, расходуемое на удаление отформованной заготовки из пресс-формы $(t_5 - t_4)$, составляет порядка 5...40 с и зависит от конструктивного исполнения пресс-формы. Таким образом, весь процесс СВС-баротермии, включая сборку и разборку пресс-формы, составляет 2...3 мин.



Рис. 1. Диаграмма СВС-компактирования:
1 – подача теплового импульса; 2 – зажигание;
3 – конец горения; 4 – прессование;
5 – сброс давления; 6 – выгрузка заготовки

Вторая схема – прессование продуктов синтеза в «жестких пресс-формах» – также получила широкое применение, так как в соответствии с временной диаграммой СВС-компактирования (рис. 1) можно определять время проведения процесса СВС-баротермии [3]. Однако, при задержке отформованной (горячей) заготовки свыше 30 с в пресс-форме происходит, с одной стороны, сильный разогрев деформирующего инструмента и «сваривание» его с заготовкой, с другой – охлаждение заготовки в местах контакта с деформирующим инструментом и последующее разрушение заготовки при выталкивании из пресс-формы. В целях повышения стойкости инструмента необходимо сокращать до минимума время нахождения отформованной заготовки в пресс-форме, для быстрого удаления которой в порошковой металлургии нашли широкое применение штампы с вырубными технологическими элементами – диафрагмами (рис. 2). Данное направление оказалось наиболее приемлемым для использования в СВС-баротермии.

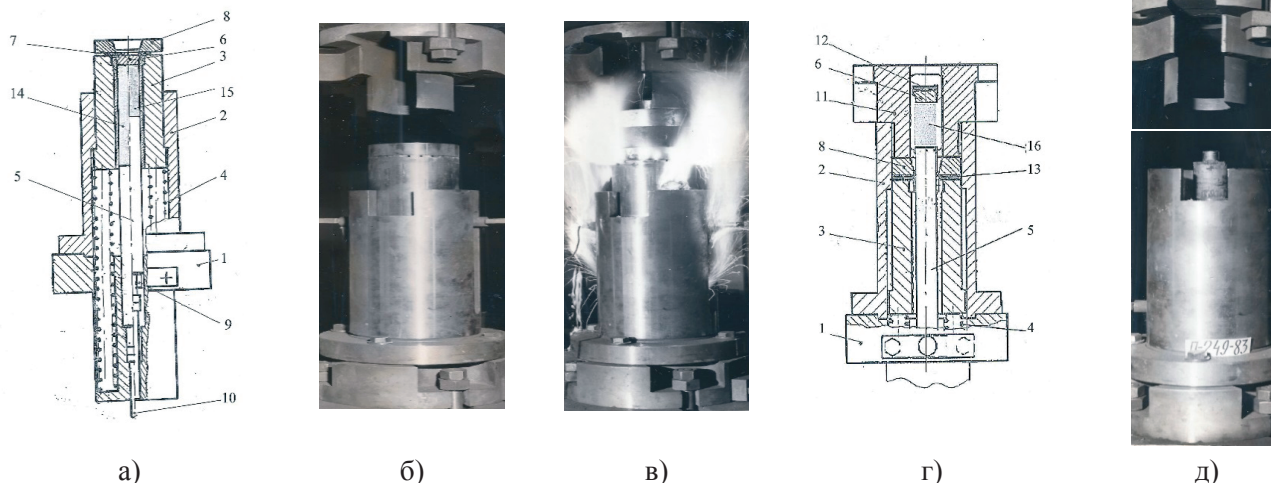


Рис. 2. Схема устройства для проведения СВС-баротермии с удалением продукта синтеза через вырубную диафрагму: а) схема сборки пресс-формы (1 – опора, 2 – корпус, 3 – контейнер, 4 – упругие элементы, 5 – шток, 6 – нож вырубной, 7 – технологический элемент-диафрагма, 8 – нож опорный, 9 – защёлка, 10 – выталкиватель, 11 – съёмник, 12 – выдра технологического элемента, 13 – обечайка технологического элемента, 14 – исходные реагенты, 15 – промежуточный продукт синтеза, 16 – деформированный продукт синтеза); б) внешний вид собранной пресс-формы перед проведением синтеза исходных реагентов; в) иллюстрация режима синтеза исходных реагентов; г) схема удаления продукта синтеза через разрушения диафрагмы; д) иллюстрация удаления продукта синтеза через разрушения диафрагмы

Вырубная диафрагма 7 (рис. 2а) получила широкое применение в СВС-баротермии. В развитии этого направления разработана пресс-форма (рис. 2) для изготовления изделий горячим деформированием [4], обеспечивающая перемещение исходных реагентов 14 и промежуточного продукта синтеза 15 относительно матрицы, окаймляющей её боковую поверхность на протяжении всего процесса. При рабочем ходе съёмника 11 трение между слоями исходных реагентов 14, промежуточного продукта синтеза 15 и стенкой матрицы создаёт условия перемешивания слоёв продукта синтеза. Продолжение перемещения съёмника на стадии структурирования продукта синтеза 16 и выталкивания последнего из пресс-формы при пробивке диафрагмы 7 (рис. 2г) не позволяет ему привариться к стенке матрицы, обеспечивая целостность получаемого изделия.

На рис. 3 представлены технологические особенности СВС-баротермии, типовая осциллограмма записи усилий прессования исходных реагентов 14 и выпрессовки продукта синтеза 16 (рис. 2г) посредством вырубки диафрагмы 7.

Наличие диафрагмы устраняет застойные явления при контакте экзотермической заготовки со стенкой матрицы. Пуансон, не останавливаясь, со-

вершает уплотнение синтезированного продукта. При перемещении прессовки относительно матрицы уменьшается время пребывания её в матрице и возможность их «сваривания», также уменьшается теплоотвод от изделия к матрице и повышается стойкость деформирующего инструмента.

Известно, что исходные реагенты, формирующие структуру заготовки, преобразуются в синтезированный продукт последовательно от слоя к слою, волнообразно: часть заготовки прогревается, часть возгорается, часть находится в активной фазе процесса горения. Таким образом, слой активного синтеза имеет протяжённость. Так как протяжённость исходной заготовки в несколько раз превосходит размер волны синтеза, то складывается ситуация, при которой в процессе прохождения синтеза СВС заготовка по технологическим признакам разделяется на несколько составных частей со своими специфическими особенностями, часть из которых прогревается со скоростью около 100 град/с до 850К, часть возгорается со скоростью до 0,020 м/с при температуре 1200К, часть синтезируется, поддерживая температуру до 4300К со скоростью горения 0,08–0,25 м/с (например, смеси Ti и Zr с бором и углеродом) или 0,006 м/с (например,

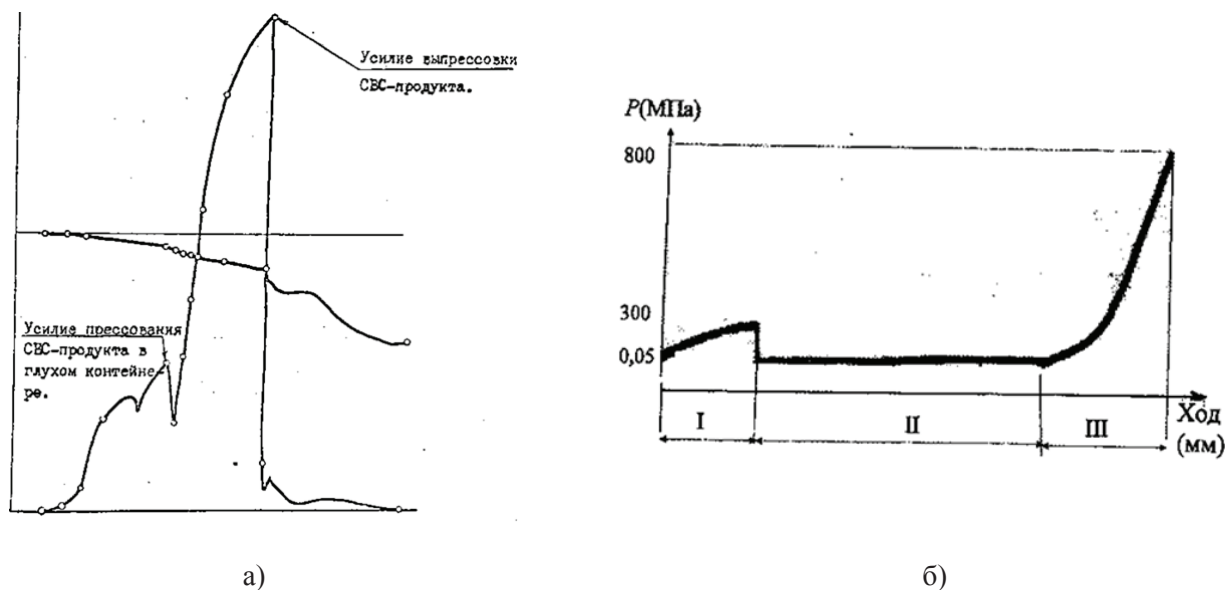


Рис. 3. Технологические особенности СВС-баротермии:

- а) типовая осциллограмма записи усилий прессования и выпрессовки СВС-продукта в пресс-форме с вырубной диафрагмой; б) последовательность компактирования продукта синтеза: I – холодное брикетирование, II – уплотнение продукта (стартовое уплотнение), III – уплотнение синтезированного продукта прессовым оборудованием

смеси Ta, Nb, Mo с бором и углеродом), часть охлаждается до температуры 1050K, а часть, расположенная в конце пути синтеза, находится в исходном холодном состоянии. Также следует иметь в виду, что при синтезе образуются летучие продукты горения, которые, объёмно расширяясь, воздействуют на структуру заготовки и удаляются через сквозные отводные каналы инструмента, образующего замкнутую полость реактора пресс-формы.

В процессе горения сопротивление синтетического продукта уплотнению имеет временную зависимость, которая составляет 0,05 МПа. При этом относительная степень деформации равна 0,512–0,747 в зависимости от состава шихты и плотности, при скорости деформации 0,1–1,0 м/с, с одновременным выделением большого количества летучих продуктов синтеза. Градиенты температуры синтеза составляют 1500 град/мм, а скорость изменения температуры – 25000 град/с [5].

Согласно сказанному выше авторами [6] предложена **третья схема** – прессование продуктов синтеза в условии «стартового уплотнения», объединяющее этапы горения и прессования продуктов синтеза – СВС-баротермии.

В СВС существует момент времени, когда сопротивление продукта синтеза имеет минимальные значения в промежутке между горением и структурообразованием, который можно использовать для послойного уплотнения синтезируемого продукта. Так как визуально определить начало прессования продукта синтеза невозможно, авторами [7] создана система слежения за состоянием прочности синтезируемого продукта: на заготовку устанавливали груз, который создавал на заготовку давление (с учётом сил трения о стенки матрицы), не намного превышающее удельное сопротивление синтезируемого продукта.

Схема пресс-формы, использующей для стартового уплотнения газы, образывающиеся в процессе синтеза, представлена на рис. 4.

Устройство для СВС-баротермии состоит из контейнера 1, нижнего пневмоцилиндра 2 и верхнего пневмоцилиндра 3. К верхнему пневмоцилиндру 3 прикреплён верхний пуансон 4, опирающийся на шток 5 плунжера 6, к нижнему пневмоцилиндру 2 прикреплён нижний пуансон 7, опирающийся на шток 8 плунжера 9. Верхний 4 и нижний 7 пуансоны расположены внутри перфорированной отверстиями матрицы 10.

В матрице 10 размещен брикет (порошковая заготовка) из реакционной смеси 11, горение которой сопровождается экзотермическим эффектом с выделением летучих продуктов синтеза (примесные газы). Матрица 10 имеет радиальные каналы 12 для фильтрации газов, а контейнер 1 – полость 13 размером $d \times h$, выполняющую роль газосборника, и канал 14, сообщающий эту полость посредством газовой магистрали 15 с пневмобаком 16, в котором постоянно поддерживается остаточное давление (ниже атмосферного) за счёт регулируемого мотора-насоса 17, сборника давления 18, соединённого, в свою очередь, через пневмомагистраль 19 с системой нагнетания 20 пневмоцилиндра 2, на который опирается нижний пуансон 7. Верхний пуансон 4 через шток 5, плунжер 6 приводится в движение системой нагнетания 21, которая через пневмомагистраль 22 поддерживает в пневмоцилиндре 3 постоянное давление, превышающее атмосферное. После извлечения отпрессованной детали 23 (рис. 4) нижний пуансон 7 остаётся в верхнем положении, и для проведения компактирования на его верхний торец устанавливают заготовку 11 (рис. 4а).

Устройство оснащено манометрами, датчиками давления (не показано) для регистрации работы пневмосистем, реагирующих на перепад давления при термосинтезе заготовки, при прес-

совании детали и удалении отпрессованной детали из матрицы 10.

Образующиеся газы удаляются по мере послойного горения исходной заготовки в резервуары, где утилизируются, а оба пуансона перемещаются навстречу друг другу, сохраняя между собой силовое давление. Силовое равновесие между пуансонами осуществляется за счёт выравнивания давления в полости пневматических устройств моторами-насосами.

Устройство работает следующим образом.

Устройство устанавливают на пресс. Шихтовую заготовку 11 из компонентов, способных реагировать между собой с выделением тепла, устанавливают на нижний пуансон 7 внутри перфорированной мелкими отверстиями матрицы 10. Ползун пресса опускают и накрывают верхним пуансоном 4 заготовку, замыкая контейнер 1 конической ответной частью верхнего пневмоцилиндра 3, создавая при этом герметичный замкнутый объём для полости 13. В пневмобаке 16 мотором-насосом 17 поддерживается остаточное давление меньше атмосферного, и замкнутая полость 13 разряжается.

Время инициирования реакции зажигания составило 1,2 с; образующиеся в процессе синтеза газы нагрелись до температур порядка 750К и через радиальные каналы – отверстия перфорированной матрицы – скопились в

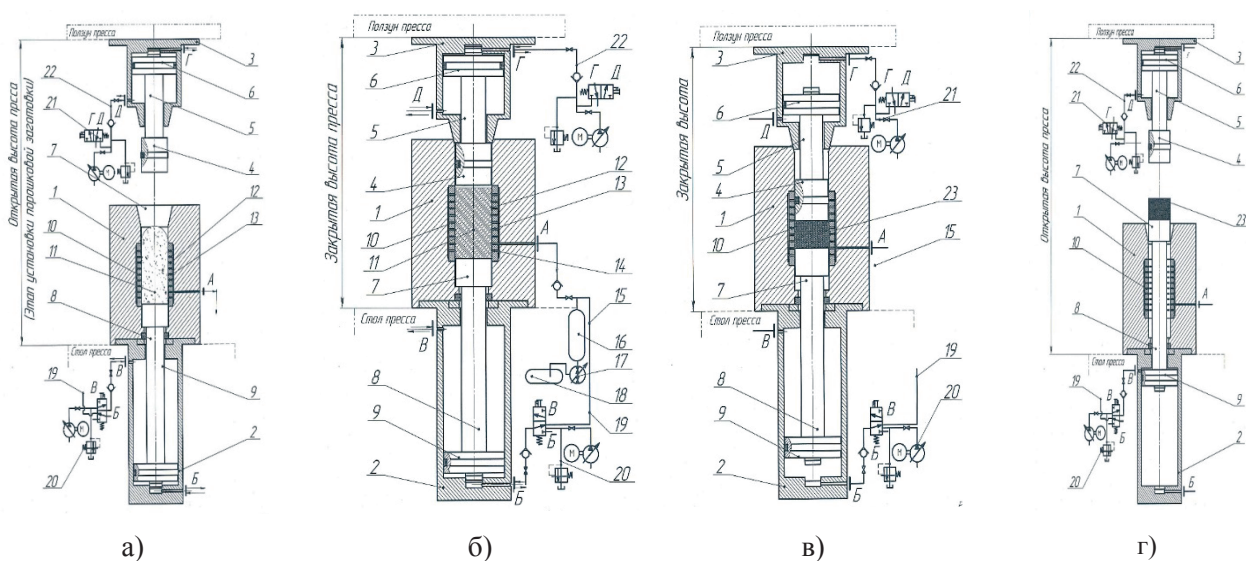


Рис. 4. Схема работы пресс-формы для СВС-баротермии:

- а) этап загрузки исходных реагентов в матрицу; б) этап подпрессовки и момент начала проведения синтеза; в) этап компактирования продукта синтеза; г) этап удаления синтезированной заготовки из пресс-формы



газосборнике 13 и по каналу 14 через газовую магистраль 15 поступили в пневмобак 16.

В замкнутом пространстве рабочей камеры пресс-формы в процессе синтеза выделяемые газы создают давление порядка ~ 10 атм, определяемое соотношением:

$$\frac{p}{p_0} \cong \frac{T_i}{T_0} \quad (1)$$

где: p – давление, развиваемое в поровом пространстве при нагреве, МПа; p_0 – начальное давление, МПа; T_i – температура, реализуемая в СВС процессе, К; T_0 – начальная температура, К.

При $T_i \approx 3000\text{K}$ – характерная температура СВС-процесса [8] и $T_0 \approx 293\text{K}$ отношение $\frac{p}{p_0} \cong 10$.

Повышение давления в условиях замкнутых пор приводит к разрыву сплошности материала.

В процессе синтеза (горения) шихты давление во всем объёме камеры является постоянным и определяется соотношением газопотока от волны горения к газорасходу через сквозные каналы отвода газа. По мере прохождения волны горения по высоте (объёму) исходной заготовки давление газов увеличивается на порядок, при этом синтезированный материал в узком интервале времени имеет низкую прочность и легко (под действием верхнего и нижнего пуансонов) смыкается, образуя твёрдый раствор синтезированного продукта составом (карбиды, бориды, силициды) в зависимости от исходных компонентов, которые, остывая, образуют монолит.

Постоянное перемещение продукта синтеза (послойное горение) относительно образующих боковых стенок пресс-инструмента уменьшает время их контакта, что позволяет исключить «сваривание» заготовки с инструментом, сократить теплоотвод и уменьшить силовой режим прессования. Для заготовок средних размеров массой до 1 кг, высота которых по отношению к условному диаметру составляет единицу или более, снижение осевой нагрузки прессования уменьшает вероятность образования дефектов и повышает производственную стойкость деформирующего инструмента.

Вследствие высокого тепловыделения при реакции горения температура заготовки во время синтеза значительно возрастает, и создаются оптимальные условия для формообразования и спекания. Если не проводить послойную подпрессовку, то в конце стадии горения при формировании основных физико-химических свойств материала увеличивается локальная пористость, которую невозможно устранить средствами механического воздействия.

По окончании процесса синтеза и структурирования синтетического продукта производят его допрессовку усилием, создаваемым системой нагнетания давления 20 и 21.

По окончании формирования детали ползун пресса поднимают, при этом верхний пуансон занимает исходное верхнее положение, а нижний пуансон выталкивает синтезированную деталь вверх, при этом освобождается место для удаления детали из устройства СВС-баротермии.

Избыточное давление газов в сборнике давления 18 по мере прохождения синтеза заготовки 11 передаётся непосредственно в пневмоцилиндр 2 через магистраль 19, и таким образом производят уплотнение синтезированного продукта непосредственно газом, выделяемым при горении компонентов исходной заготовки.

Регулирование давления прессования позволяет синтезировать продукты горения с заданной пористостью, что существенно расширяет номенклатуру получаемых деталей.

Пример получения плоских цилиндрических изделий на пресс-форме, представленной на рис. 4 [9].

Получение фильера диаметром 30 мм и высотой 20 мм для прямого выдавливания и волочения проволоки диаметром $9 \div 3$ мм из тугоплавкого материала.

Массовый состав шихты фильеры: титан – 56%, никель – 20%, молибден – 10% остальное – технический углерод.

Из синтезированной заготовки методами термообработки, электроэрозионной резки и шлифовки изготовлена фильера для волочения проволоки диаметром 3 мм.

Физико-механические свойства полученной фильеры: плотность $\rho = 6,3$ г/см³, прочность $\sigma_{\text{сж}} = 500$ кгс/мм², $\sigma_{\text{из}} = 160 \div 170$ кгс/мм², твёрдость 91–93 HRA, ударная вязкость $\gamma = 0,15$ кгс·м/см².

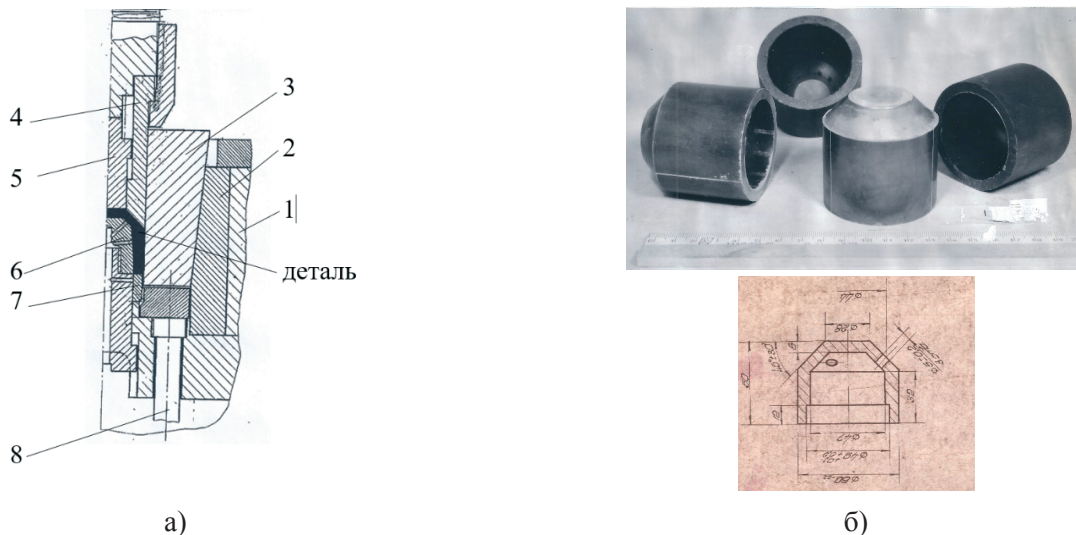


Рис. 5. Схема пресс-формы, чертёж и внешний вид форкамеры после механической обработки: а) схема пресс-формы для получения головок форкамеры импульсных горелок: 1 – контейнер, 2 – сегментная вставка, 3 – сегментная матрица, 4 – пуансон, формирующий наклонную поверхность форкамеры, 5 – пуансон формирующий центральную часть форкамеры, 6 – нижний пуансон, 7 – кольцо, формирующее стенку форкамеры, 8 – выталкиватель; б) корпус форкамеры импульсных горелок после синтезирования и механической обработки

По сравнению с традиционными способами получения материалов методами обработки металлов давлением механические свойства материалов, полученные СВС-баротермией, увеличивались в 1,5 раза, износостойкость в 2 раза.

Пример получения осесимметричных полых изделий (рис. 5) [4].

Получение корпуса форкамерно-факельных импульсных пилотных горелок наружным диаметром 60 мм (рис. 5) для газовых термических печей. Пилотная горелка состоит из трёх соединённых между собой осесимметричных по форме элементов: корпуса, стабилизатора и переходника.

Массовый состав шихты: титан – 25%, сажа – 7,3%, остальное – порошок стали Х37Ю7

дисперсностью 45 мкм – 80%, и порошок дисперсностью 50...100 мкм – 20%.

В процессе прессования продукта синтеза подвижные части пресс-формы формируют контур форкамеры. В условии двустороннего обжатия кольцо 7 формирует высоту стенки форкамеры, сегментная матрица 3 – боковую поверхность, пуансон 4 – наклонную поверхность, верхний пуансон 5 вместе с нижним пуансоном 7 – центральную часть форкамеры. По окончании прессования выталкиватель 8 удаляет форкамеру из пресс-формы.

В газовой печи с циклическим нагревом горелка стабильно работает в течение года при температуре 1200–1350 С в окислительной среде.

Выводы

1. Рассмотрены схемы пресс-форм и способы реализации СВС-баротермии.

2. Предложена конструкция пресс-формы для прессования изделий методом СВС-баротермии, которая позволяет проводить «стартовое» деформирование продукта синтеза по мере послойного горения исходных реагентов.

3. Разработана схема, позволяющая направлять потоки газовых выделений и летучие легкоплавкие продукты горения на предварительное

уплотнение продуктов синтеза и по мере необходимости проводить допрессовку продукта синтеза прессовым оборудованием. Таким образом, использование потенциальной энергии, освободившихся при горении газов на «стартовое» уплотнение продуктов синтеза, позволило повысить качество синтезируемого продукта за счёт устранения возможности образования трещин, вследствие послойного горения исходных реагентов.





Библиографический список

1. Вайцехович С.М. Исследование процессов деформирования порошковых материалов и продуктов горения при обработке сжимаемых сред давлением // Тезисы докладов РНТК Теоретические и прикладные проблемы развития наукоёмких и малоотходных технологий обработки металлов давлением. – Винница: 1991. – С. 30.
2. Питюлин А.Н. СВС-прессование – Сб.: Технология. Оборудование, материалы, процессы. – М.: 1988. – 31. – С. 34–44.
3. Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: двадцать лет поисков и находок. – Препринт. Черноголовка: 1989. – 93 с.: ил.
4. Патент на изобретение № 2 566 101 РФ МПК⁷ В22F 3/14, С01В31/30 Устройство для прессования экзотермической шихтовой заготовки / Вайцехович С.М. Степанов Л.С., и др. (RU). № 2014126662; от 02.07.2014; опубл. 20.10.2015. Бюл. № 29.
5. Алдушин А.П., Ивлева Т.П., Мержанов А.Г. и др. Разделение фронта горения в пористых металлических образцах при фильтрации окислителя. – Сб.: Процессы горения в химической технологии и металлургии. – Черноголовка: 1975. – С. 345–252.
6. Вайцехович С.М., Мишулин А.А. Некоторые технологические аспекты СВС-компактирования // Кузнечно-штамповочное производство. – 1993. №3. – С. 5–9.
7. Вайцехович С.М., Мишулин А.А. Исследование процессов уплотнение продуктов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) и разработка оборудования для их силового компактирования // Кузнечно-штамповочное производство. – 1993. №7. – С. 6–8.
8. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивости в самоорганизующихся систем и устройствах. – М.: Мир, 1965. – 625 с.
9. Патент на изобретение № 2 577 641 РФ МПК⁷ В22F 3/14, С01В31/30, В01J19/08 Устройство для инициирования реакции термосинтеза и получения компактной заготовки / Вайцехович С.М., Степанов Л.С., Кужель А.С. и др. (RU). № 2014 126 661 (043237); от 02.07.2014; опубл. 20.03.2016. Бюл. № 8.

Вайцехович Сергей Михайлович – канд. техн. наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-95-87, доб. 95-87.
E-mail: ask-mlad@mail.ru

Vaytsekhovich Sergei Mikhailovich – Ph.D. in Engineering Sciences, Senior Researcher, Principal Researcher of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasyev.
Tel.: 8 (495) 689-95-87, ext. 95-87.
E-mail: ask-mlad@mail.ru



УДК 621.983:514.113.6

*Бежечков В.Г., Синякова Т.И., Бочаров Ю.А.
Beshchekov V.G., Siniakova T.I., Bocharov Yu.A.*

Исследование влияния геометрии сферодина на метод сферодинамического формообразования деталей агрегатов изделий ракетно-космической техники

A Study of the Spherodyne Geometry Influence on the Spherodynamic Shaping Method of the Aerospace Equipment Assembly Parts

Проведены теоретические исследования и анализ результатов лабораторного моделирования эффекта сферодинамики. Выявлены определённые закономерности реализации эффекта при изменении геометрических параметров сферодина.

Theoretical studies and analysis of the laboratory simulation results of spherodynamic effect are carried out. Certain regularities of the effect realization during changing the geometry variables of the spherodyne are revealed.

Ключевые слова: эффект сферодинамики, сферодин, резонатор, левитирование сферодина.
Keywords: spherodynamic effect, spherodyne, resonator, spherodyne levitation.

Введение

Эффект сферодинамики (далее – эффект) открыт при запуске прессы сферодвижной обкатки мод. РХW-100 ($P=1,6$ кН, Польша), когда из-за потери фирменных выталкивателей (опор цилиндрических заготовок в полости матрицы) использовались выталкиватели из других материалов, что привело к периодическим разрушениям выталкивателей в зоне их контакта с заготовкой [1].

Для решения проблемы предлагалось обработать профиль рабочей поверхности пуансона и выполнить составным выталкиватель с профильными частями различной геометрии со стороны заготовки. При опытной отработке штамповки установлено, что при внесении деформации в материал от торцев заготовки по траектории в форме логарифмической спирали Бернулли с шагом роста, находящимся в пределах изменения высотной степени деформации материала заготовки в условиях реализации эффекта Баушингера [2] («запоминание» материалом истории его нагружения) (обозначим спираль – спираль Баушингера), верхняя часть выталкивателя (сферодин) периодически нарушает свои первоначальные гравитационные условия (левитирует) и автономно (без привода) обраба-

тывает нижний торец заготовки в режиме хаотических биений.

При этом установлено, что сферодин обеспечивает наибольшую степень изменения исходной структуры материала заготовки. Однако указанный феномен левитирования сферодина не регламентирован во времени его возникновения и развития.

Экспериментальные исследования выявили наличие признаков в форме элементов сферосистемы (пуансон – заготовка – сферодин – выталкиватель – матрица) и в траектории их перемещения, признаки, имеющие геометрию, схожую со спиралью Баушингера, и являющиеся определяющим фактором возникновения и реализации эффекта.

На основании этого установлено: увеличение суммарной спиральности, вносимой в сферосистему на начальных стадиях реализации эффекта, прямым образом определяет момент и длительность левитирования сферодина, а также характер и степень изменения структуры обрабатываемого материала заготовки.

Сферодинамическая система относится к нелинейным динамическим системам, поскольку



ку свойства материала заготовки изменяются в процессе её деформирования.

Теоретические исследования природы возникновения спонтанных хаотических движений отдельных элементов нелинейных динамических систем [3], а также теории вихрей в различных средах [4] выявили, что при свободном вращении твёрдого тела с полостью, частично заполненной жидкостью, находящегося в зоне вращающихся постоянных магнитов, момент спонтанного перехода вращения тела к хаотическому движению по сравнению с вращающимся монолитным телом той же формы (в отсутствии постоянных магнитов) наступает значительно раньше. Таким образом, при разработке оптимальной конструкции сферодина на основании данных экспериментальных и теоретических исследований руководствовались следующим положением: обеспечить максимально возможное внесение суммарной спиральности с геометрией спирали Баушингера в сферосистему на первых стадиях реализации эффекта, что обусловило бы в процессе работы сферосистемы одновременное возникновение спиральных полей вращения постоянных магнитов, жидких сред и, как результат, формирование единообразного спирального перемещения всех подвижных элементов сферосистемы.

Итогом проведённых исследований явилась разработка конструкции сферодина (рис. 1), выполненной в форме «яйцевидного» тела, образованного вращением большей половины витка логарифмической спирали ЛС1 вокруг большей оси; с формой полости, образованной вращением большей половины витка логарифмической спирали ЛС2 вокруг большей оси, частично заполненной магнитной жидкостью и содержащей полную твёрдую сферу (резонатор), также частично заполненную магнитной жидкостью, с внутренней кольцевой выемкой, в которой размещены постоянные магниты с зазорами между собой, изменяющимися по кривой в форме логарифмической спирали ЛС3.

Необходимо отметить, что все три спиральных элемента ЛС1, ЛС2, ЛС3 сферодина, как и спиральный профиль рабочей поверхности пуансона, выполнены по геометрии спирали Баушингера, что позволяет регламентировано формировать однотипные спиральные элементы по ходу реализации эффекта:

- спиральные поля вращений постоянных магнитов и магнитных жидкостей (два механизма «турбулентного вихревого динамо» ТВД1, ТВД2);
- встречное перемещение очагов деформации от пуансона и сферодина в материале заготовки по спиральным «шнуром» локализации деформации.

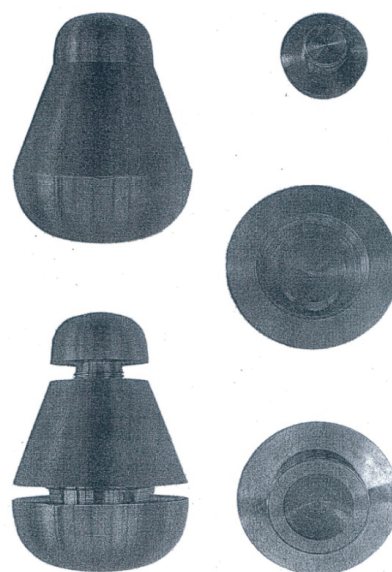
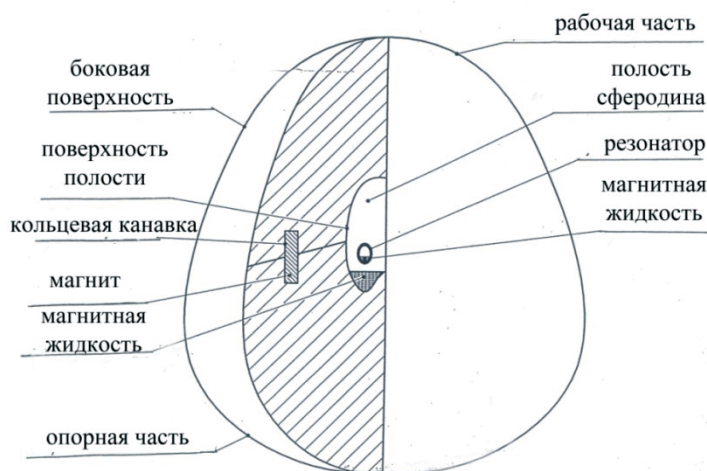


Рис. 1. Сферодин

Согласно принципу геометрического подобия причинно-следственной связи формируемых объектов [5] – геометрия причины определяет геометрию следствия – происходит следующее: в обрабатываемый материал заготовки вносится семейство однотипных спиральных элементов и, одновременно с этим, в окружающую заготовку воздушную среду (вращение постоянных магнитов сферодина). При этом материал заготовки согласно эффекту Баушингера накапливает вносимые возмущения по законам спиральной симметрии, фундаментальным свойствам которой является т.н. «цепляемость» логарифмических спиралей [5], что обуславливает непрерывный реверсивный обмен энергией между тремя средами: «магнитные жидкости сферодина» – (встречнонаправленные спиральные «шнуры» очагов деформации в заготовке от пуансона и сферодина) –газообразная среда (спиральные поля вращения постоянных магнитов сферодина в воздушном пространстве динамической части сферосистемы «пуансон – заготовка – сферодина»). Таким образом, перед левитированием сферодина в сферосистеме формируется единая спиральная пространственная система в трёх различных средах в зоне взаимодействия трёх элементов: «пуансон – заготовка – сферодина».

Согласно эндохронной теории пластичности (ЭТП) [6] К. Валанис предложил единую меру внутреннего времени, создаваемую приводным инструментом в деформируемом теле. Наличие в сферосистеме сферодина как бесприводного источника реактивного деформирования формирует в деформируемой заготовке два встречнонаправленных потока: $СВВ_1$ – сферодинамическое внутреннее время от пуансона (активное) и $СВВ_2$ – соответственно от сферодина (реактивное). При этом природа $СВВ_2$ принципиально отличается от общепринятой [6], поскольку является вторичной реакцией среды на вносимое в неё возмущение, т.е. деформируемая среда со стороны сферодина сама является импульсом возмущения.

Таким образом, на стадии левитирования сферодина в сферосистеме одновременно присутствуют две физические категории:

– единая спиральная пространственная система в трёх различных средах: «жидкость –

твёрдое тело – газ» в зоне взаимодействия трёх элементов «пуансон – заготовка – сферодина»;

– встречнонаправленные потоки различных внутренних времен в деформируемой заготовке, также спиральной пространственной конфигурации.

Эти физические категории формируют новую физическую категорию: сферодинамический пространственно-временной континуум (материальная среда, свойства которой изменяются в пространстве непрерывно).

Сферодинамическая система относится к нелинейным динамическим системам, в которых периодически создаётся ситуация возникновения и проявления детерминированного хаоса. Теория беспорядка (хаоса) предполагает возможность существования пространственно неупорядоченных распределений некоторых физических категорий до конца пока не регламентированных, одной из которых является случайное поле. Существование случайных полей предсказано А. Колмогоровым и определено как полевая форма материи, создаваемая семейством случайных функций, являющихся следствием развития в пространстве динамики инвариантных спиралей Винера, Бернулли [5].

Установлено, что для нелинейных динамических систем, а в данном случае для сферосистемы переход от квазипериодичности (деформационный резонанс сферосистемы) к конечному пространственному беспорядку (левитирование сферодина) является следствием образования нового пространственно-временного континуума, сформированного гаммой случайных полей, неподдающихся регламентации во времени, однако формирующих спиральность этого континуума на основании причинно-следственного подобия.

Таким образом, геометрия сферодина в форме тела вращения элемента логарифмической спирали Баушингера определена при устранении спонтанного возникновения неконтролируемых аномальных растягивающих напряжений в зоне контакта заготовки с выталкивателем при известных методах сферодвижной обработки. С другой стороны, геометрия сферодина приобрела роль методологического инструмента, определяющего:



– геометрию всех элементов сферодинамической системы, реализующих эффект сферодинамики и вносящих возмущение в деформируемое твёрдое тело и окружающее его пространство;

– геометрию динамики пространственного развития возмущений в системе трёх контактирующих сред «жидкость – твёрдое тело – газ»;

– геометрию формируемых «внутренних времён» в упомянутых возмущённых средах;

– геометрию выхода на полевой уровень этих возмущений за счёт т.п. «цепляемости» возмущений в виде разномасштабных логарифмических спиралей, образующих гамму случайных полей, следствие развития которых явилось формирование новой физической кате-

гории – сферодинамического пространственно-временного континуума, временно изменяющего первоначальные гравитационные условия сферодина;

– геометрию всех структурных компонент материала твёрдого тела после сферодинамической обработки.

Установленное «сквозное» спиральное единообразие геометрии элементов сферосистемы и геометрии её «жизненного цикла» при реализации эффекта сферодинамики позволяет обозначить пространственно-временные контуры ещё не изученного свойства материи, характеризующего «динамику спирального масштабирования распространения возмущения в материальной среде».

Выводы

1. Определено значение геометрии сферодинамики как методологического инструмента при реализации эффекта сферодинамики.

2. Выявлена разномасштабность динамики развития возмущений в пространственно-временных условиях развития эффекта.

Библиографический список

1. Бещеков В.Г. Сферодинамика т. 1. – М.: Научный мир, 2018. – 499 с.
2. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Наука, 1976. – 870 с.
3. Белов А.Н. Нелинейные динамические системы. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
4. Пригожин И.А. Теория вихрей. – М.: Наука, 1988. – 425 с.
5. Колмогоров А.Н. Теория случайных полей. – М.: Наука, 1966. – 127 с.
6. Быков Д.Л. Нелинейная эндохронная теория стареющих вязкоупругих материалов // Механика твёрдого тела. – 2002. – № 4. – С. 63–76.

Бещеков Владимир Глебович – докт. техн. наук, главный научный сотрудник ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.

Тел.: 8(495)689-95-10. E-mail: 130-110@tmnpo.ru

Beshchekov Vladimir Glebovich – Doktor Nauk in Engineering, Principal Research Officer of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.

Tel.: 8(495)689-95-10. E-mail: 130-110@tmnpo.ru

Синякова Татьяна Ивановна – инженер-технолог 1 категории, ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.

Тел.: 8(495)689-95-10. E-mail: 130-110@tmnpo.ru

Siniakova Tatiana Ivanovna – Category 1 Process Engineer of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.

Tel.: 8(495)689-95-10. E-mail: 130-110@tmnpo.ru

Бочаров Юрий Андреевич – инженер-технолог 1 категории, ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.

Тел.: 8(495)689-95-10. E-mail: 130-110@tmnpo.ru

Bocharov Iurii Andreevich – Category 1 Process Engineer of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.

Tel.: 8(495)689-95-10. E-mail: 130-110@tmnpo.ru

УДК 629.78:658.562

Пантелеев К.Д., Юрцев Е.С.
Panteleev K.D., Iurtsev E.S.

Метод прогнозирования показателей технического уровня изделий космической техники в условиях различной полноты ретроспективной информации

A Method for Indicators Prediction of the Aerospace Products Technical Level in Conditions of Varying Completeness of Retrospective Information

В статье рассмотрены метод, модель и алгоритмы для задач прогнозирования значений показателей технического уровня изделий разрабатываемой ракетно-космической техники и технологий в условиях различной полноты исходной ретроспективной информации. Особое внимание уделено вопросам обоснования интервалов упреждений при решении прогнозируемых задач, а также выбору топологии контрольных точек при отображении непрерывных, нестационарных, нормальных и случайных процессов, которыми являются фактические траектории показателей технического уровня на ретроспективных и прогнозируемых участках.

The article considers a method, model and algorithms for the tasks of the indicator values prediction of the technical level of the aerospace equipment and technologies being developed in conditions of varying completeness of the initial retrospective information. Particular attention is paid to the topics of justifying lead intervals when solving predicted problems, as well as choosing the topology of control points when displaying continuous, non-stationary, normal and random processes, which are the actual trajectories of technical level indicators in retrospective and predicted areas.

Ключевые слова: показатели технического уровня, надежность, качество, конкурентоспособность, прогнозирование.

Keywords: technical level indicators, reliability, quality, competitiveness, prediction.

Введение

Проблема прогнозирования значений показателей технического уровня (ТУ) изделий ракетно-космической техники (РКТ) и технологии имеет первостепенное значение при проведении отраслевых научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР). Неполнота или игнорирование ее решения

на ранних стадиях разработки и постановки на производство изделий, как правило, приводят к росту затрат основных видов ресурсов (денежных, материальных, трудовых, временных), рекламациям и претензиям заказчика на заключительных стадиях разработки и эксплуатации изделий РКТ.

Методика прогнозирования показателей

Прогнозирование значений показателей ТУ изделий РКТ и технологии рассматривается как процесс выявления трендов и вероятностных оценок показателей на интервалах упреждения до окончания разработки данного изделия.

Прогнозирование осуществляется с ориентацией на передовое изделие-образец в соответствующем конструктивном ряде изделий-аналогов, в котором воплощены наилучшие значения показателей [1].

Прогнозирование показателей ТУ изделий РКТ осуществляется с использованием методов



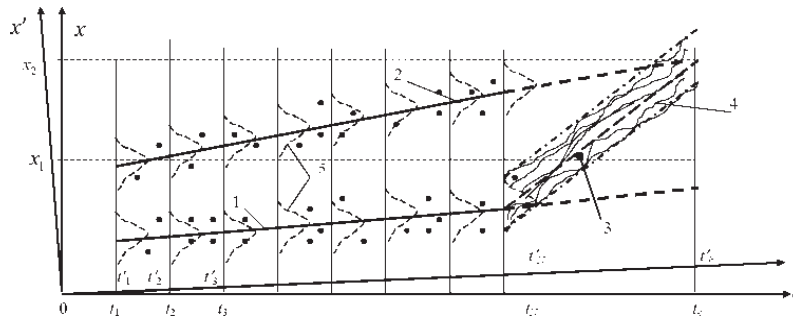


Рис. 1. Прогнозирование и планирование значений показателей ТУ изделий:
 1 – статистическое поведение показателя x типовых изделий конструктивного ряда;
 2 – статистическое поведение показателя x передового образца;
 3 – формируемая программа развития показателя X ;
 4 – «кластер» вариантов траекторий программы развития показателя X ;
 5 – кривые плотности распределения вероятностей значений показателя X

регрессионного анализа (одномерной и множественной регрессии) и теории случайных процессов [2, 3].

Прогноз показателя x осуществляется как статистическая экстраполяция тенденции его изменения к моменту t_k окончания разработки данного изделия (рис. 1). Аналогичным образом осуществляется прогноз поведения показателя x передового образца изделия.

В результате осуществления указанных процедур на выходе получают точечные и интервальные оценки прогнозных значений показателя x разрабатываемого изделия. Если ретроспективная информация не является достаточно представительной, то уравнение регрессии ищется в виде функции вида:

$$x = \varphi(z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (1)$$

где z_1, z_2, \dots, z_n – типовые тактико-технические характеристики изделий данного конструктивного ряда.

Конкретный вид зависимости (1) определяется в виде полиномов регрессии вида:

$$x_0 = b_0 + \sum_{i=1}^N b_i z_i + \sum_{i < j}^{N-1} b_{ij} z_i z_j + \sum_{i=1}^N b_{ij} z_i^2 + \dots \quad (2)$$

где $b_i = \frac{\partial x}{\partial x_i | \bar{z}_i}$, $b_{ij} = \frac{\partial^2 x}{\partial x_i \partial x_j | \bar{z}_i \bar{z}_j}$ – коэффициенты уравнения.

Для принципиально новых разработок прогнозные значения показателей устанавливаются экспертными методами [4, 5].

Планирование показателей x осуществляется на основе полученной прогнозной информации. Если прогноз показателя x (рис. 1) для перспективного изделия (кривая 1) значительно ниже эталонного (кривая 2), то ставится задача разработать программу (кривая 3) обеспечения для достижения его уровня к завершению разработки не ниже передового.

Для достижения этой цели применительно к каждому важнейшему показателю рассматривается набор планов в виде вероятностных сетевых моделей.

Типовые ситуации прогнозирования показателей технического уровня изделий РКП

При прогнозировании показателей ТУ перспективных изделий РКП характерны три возможные ситуации:

– ситуация 1. Ретроспектива представительна, т. е. данных достаточно для проведения регрессионного анализа и получения регрессионного уравнения. Ситуация характерна для

программ модернизации серийно выпускаемых изделий;

– ситуация 2. Ретроспективная информация не является представительной. Ситуация характерна для программ развития перспективных изделий на основе использования задела опытных конструкторско-технологических решений;

– ситуация 3. Ретроспективная информация вообще отсутствует. Ситуация характерна для принципиально новых разработок.

Рассмотрим типовые этапы процедур прогнозирования применительно к таким ситуациям. В ситуации 1 прогнозирование сводится к двум основным этапам:

1. Построение адекватной регрессионной модели.

2. Построение обоснованного интервала упреждения, на величину которого правомерно использование уравнения регрессии, полученного по ретроспективным данным.

При недостаточной ретроспективе (ситуация 2) на первом этапе находится уравнение множественной регрессии, а на втором – устанавливается интервал корреляции по аналогии с первой ситуацией.

Для принципиально новых разработок (ситуация 3) прогнозируемые значения показателей

(как точечные, так и интервальные) устанавливаются экспертными методами (например, методом Дельфи) [6].

Типовые алгоритмы прогнозирования, удобные для использования при разработке перспективных изделий РКП в условиях различной полноты исходной ретроспективной информации об объектах, разработаны и представлены в специализированной литературе [4, 5, 6, 7].

Также необходимо отметить, что типовые алгоритмы, связанные с обоснованием интервалов упреждения в ходе прогнозирования значений показателей ТУ перспективных изделий РКП и технологии, а также с выбором топологии контрольных дискретных точек при отображении фактических траекторий движения показателей ТУ на ретроспективных и прогнозируемых участках, требуют постоянной актуализации при новых разработках.

Библиографический список

1. Апполонов И. В., Саввушкина Н. Е., Сапрунов Г. С., Хари́ев Н. И. Основные вопросы построения автоматизированной подсистемы управления важнейшими технико-экономическими показателями создаваемой сложной наукоемкой продукции в условиях функционирования интегрированных АСУ и САПР// Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – М.: ВИМИ. – 2009. – № 2. – С. 16–29.
2. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Кнорус, 2018. – 192 с.
3. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т./ Ред. совет: В.С. Авдудевский (пред.) и др. Т. 2. Математические методы в теории надежности и эффективности/ Под ред. Б. В. Гнеденко. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с.
4. Матвеев Ю.А. Методы прогнозирования характеристик летательных аппаратов. – М.: МАИ.– 2004. – 79 с.: ил.
5. Семенов С.С. Оценка качества и технического уровня сложных систем: Практика применения экспертных оценок. – М.: Ленанд.– 2015. – 352 с.
6. Основы синтеза систем летательных аппаратов: Учебник/ А.А. Лебедев, Г.Г.Аджимамудов, В.Н. Баранов, В.Т. Бобронников др.; Под ред. А.А. Лебедева. – М.: МАИ.– 1996. – 444 с.: ил.
7. Апполонов И.В., Астахов Ю.П., Разумовский В.А., Хари́ев Н.И. О получении и использовании информации по результатам испытаний однотипных технических устройств при проведении инженерно-технических экспертиз в ходе расследования причин отказов в работе техники// Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – М.: ВИМИ. – 2008. – №2. – С. 3–25.

Пантелеев Константин Дмитриевич – канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8(495) 689-95-26. E-mail: K.Panteleev@tm.fsa
Panteleev Konstantin Dmitrievich – Ph.D. in Engineering Sciences, Leading Research Officer of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8(495) 689-95-26. E-mail: K.Panteleev@tm.fsa

Юрцев Евгений Сергеевич – заместитель директора центра ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8(495) 689-95-26. E-mail: E.Yrcev@tmpo.ru
Iurtsev Evgenii Sergeevich – Deputy Center Director of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8(495) 689-95-26. E-mail: E.Yrcev@tmpo.ru



УДК 629.78

Кузин А.И., Буйлов Д.С.
Kuzin A.I., Builov D.S.

Методический подход к оценке эффективности перспективных машиностроительных технологий при производстве ракетно-космической техники

Methodological Approach for the Effectiveness Assessment of Advanced Mechanical Engineering Technologies in the Aerospace Equipment Manufacturing

В статье представлен методический подход к оценке эффективности и обоснованию требований перспективных машиностроительных технологий при производстве ракетно-космической техники на основании комплексного критерия, учитывающего уровень целевой эффективности, экономические и эксплуатационные показатели перспективных технологий, планируемых к внедрению.

The article presents a methodological approach for the effectiveness assessment and requirements justifying of advanced mechanical engineering technologies in the aerospace equipment manufacturing on the basis of a complex criterion that takes into account the level of target efficiency, economic and operational indicators of advanced technologies planned for implementation.

Ключевые слова: машиностроительная технология, технологический процесс, производство ракетно-космической техники.

Keywords: mechanical engineering technology, process, aerospace equipment manufacturing.

Введение

Существующие в настоящее время подходы к обоснованию и оценке эффективности перспективных машиностроительных технологий базируются на оценке наиболее очевидных сторон предлагаемых новаций. При этом в целом ряде случаев отсутствует всесторонний комплексный учет последствий их внедрения, которые зачастую могут в существенной степени повлиять на положительные качества новых технологических направлений.

В первую очередь существующие подходы в оценке технологической эффективности того или иного производства ориентированы преимущественно на достижение базовых целевых показателей той или иной технологии, таких как снижение трудоемкости производства, повышение уровня автоматизации производства и повышение надежности производимой ракетно-космической техники (РКТ), уменьшение количества привлекаемых основных и вспомогательных работников и др.

Вместе с тем такой подход не лишен целого ряда существенных недостатков, среди которых, в первую очередь, необходимо отметить недостаточное внимание к оценке эксплуатационной компоненты внедрения новых технологических направлений, связанных с необходимостью реализации комплекса мероприятий по подготовке и размещению внедряемого технологического оборудования, изменений в технологической документации, выполнения затратных работ по модернизации технологической инфраструктуры и др. Кроме того, отсутствие методологии комплексной оценки эффективности при проведении технико-экономического обоснования новых технологических направлений не позволяет корректно в сравнимых условиях проанализировать альтернативные варианты планируемых к применению технологий.

При решении задачи выбора технологического оборудования для реализации нового технологического процесса наличие подобной

методики позволяет взвешенно подойти к обоснованию и формализации основных технических требований к показателям приобретаемого оборудования и получить объективную количественную оценку эффективности его внедрения.

Постановку научной задачи можно выразить следующим образом:

- создать методику оценки эффективности, требований к новым машиностроительным технологиям, которые используются в ракетно-промышленном производстве. Данный принцип включает в себя первичные показатели создания и внедрения, а также использование новых технологий, закладывая эксплуатационный, технико-экономический и целевой компонент при производстве РКТ;

- провести исследование базовых и критических технологий. При проведении анализа требуется более тщательно проработать аспект эффективности технологий в сравнении с созданными для возможности принятия решения об их рациональном использовании;

- проработать основные требования к перспективным направлениям, а именно перечень и содержание для создания перспективных изделий РКТ на космическом рынке.

В формализованном виде постановка задачи может быть сформулирована следующим образом.

Дано:

Q – множество вариантов оцениваемых машиностроительных технологий;

q_i – отдельный элемент множества вариантов оцениваемых машиностроительных технологий, причем $q_i \in Q, i = 1 \dots n$.

Многомерное пространство используется для оценки каждой оцениваемой технологии $q_i \in Q$, при $i = 1 \dots n$. В этом пространстве вектор показателей $q_i = (a_i, b_i, c_i, d_i)$, при $i = 1 \dots k$, показывает целевые, эксплуатационные и экономические характеристики оцениваемой технологии.

Для описания качества технологического процесса используется обобщенный показатель B_Σ , который зависит от a_i, b_i, c_i, d_i (исходные показатели). Эта зависимость $B_\Sigma = B(a_i, b_i, c_i, d_i)$, при $i = 1 \dots k$. Следует отметить, что между показателями в пространстве откликов отсутствует

явно выраженная зависимость между показателями. Схема зависимости показана на рис. 1.



Рис. 1. Схема зависимости единичных показателей от обобщенных показателей

Существует функция, которая связывает оценочный вектор $q_i = (a_i, b_i, c_i, d_i)$, при $i = 1 \dots k$ и $B_\Sigma = B(a_i, b_i, c_i, d_i)$, при $i = 1 \dots k$. Эта функция – $F = F(a_i, b_i, c_i, d_i)$.

Чтобы учесть остальные факторы существует функция $\phi = (\phi_i)$, при $i = 1 \dots g$, в рамках этих ограничений решается поставленная задача. Вектор ограничений принимает следующие значения:

$$\phi = \begin{cases} 1, & \text{при выполнении ограничений;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (1)$$

Требуется:

- создать методический аппарат по выявлению зависимости между показателями пространства. Главной целью работы является исследование зависимости $F = F(a_i, b_i, c_i, d_i)$, которая определяет исходные характеристики обобщенного показателя откликов в ходе проводимых исследований;

- провести испытание методического аппарата. В эксперименте предполагается использование исходных данных по имеющимся вариантам перспективных технологических направлений;

- разработать предложения состава требований технико-экономического характера. Данные условия должны обеспечивать эффективность и конкурентоспособность перспективных технологий при производстве РКТ с необходимостью выполнения:

$$B_\Sigma = \text{extr}(B_{\Sigma_i}), \text{ при } i = 1 \dots n. \quad (2)$$

Поставленная выше задача направлена на создание оценки эффективности перспективных технологий при создании РКТ. Анализ учитывает основные показатели на этапе создания РКТ. Исследование технологических вариантов может проходить в два этапа.



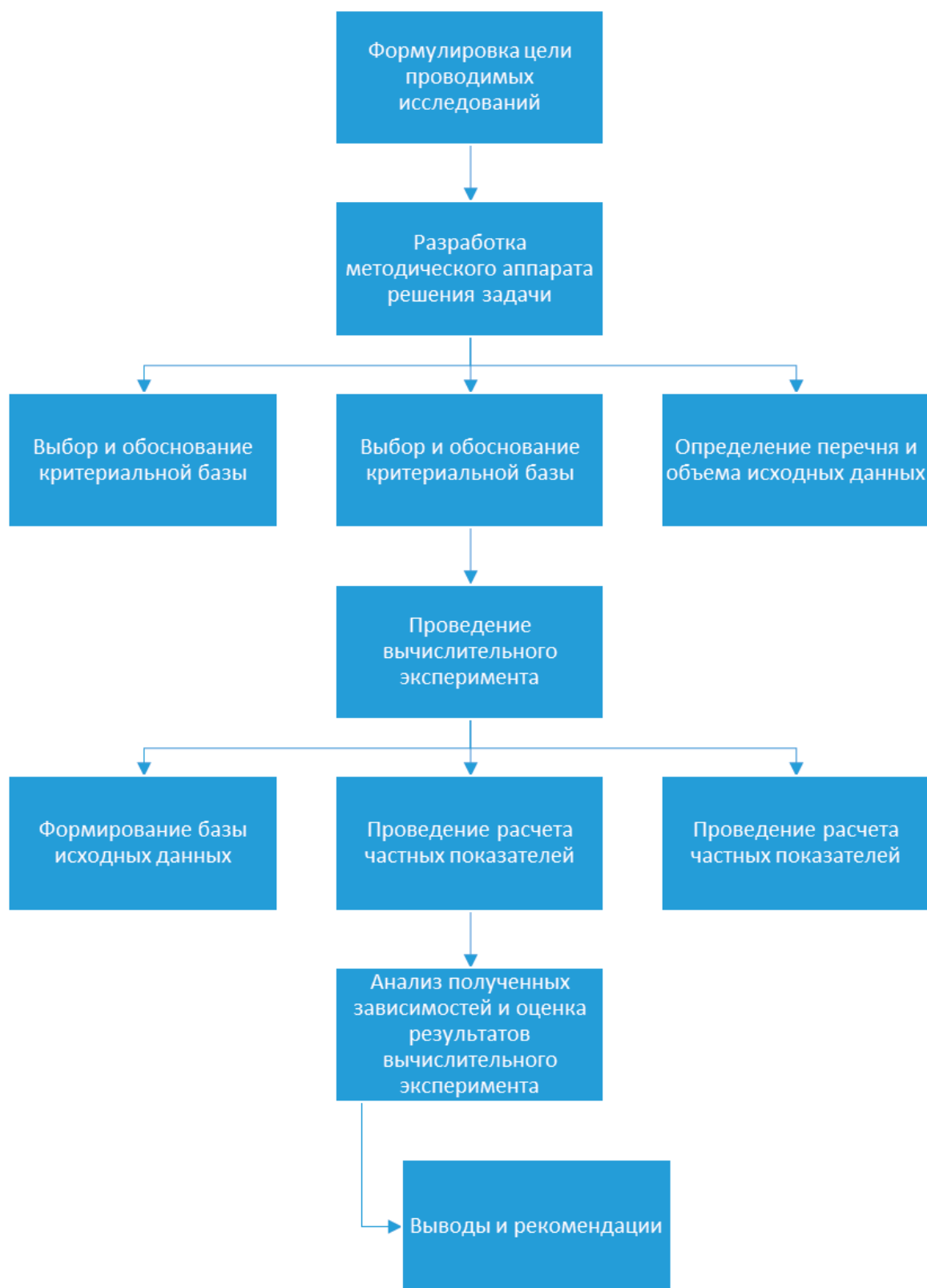


Рис. 2. Укрупненная методическая схема

Первый этап связан с получением и формализацией необходимых исходных данных, что приведет к созданию критериальной базы, которая будет использоваться в исследовании.

При подборе критериальной базы следует исходить из существа решаемой задачи и наличия информации для численного выражения основных показателей, которые при проведении

исследования целесообразно разделить на три условных группы:

- показатели целевого назначения;
- эксплуатационные показатели;
- экономические показатели.

Показатели целевого назначения отражают свое достижение при выборе технологий. К целевым показателям относятся: повышение уровня автоматизации, повышение качества, надежности производимой РКП, снижение трудоемкости, оптимизация персонала и др.

Эксплуатационные показатели отвечают за целевое применение рассматриваемых технологий и связаны с совокупностью дополнительных операций.

Экономические показатели определяют экономическую целесообразность применения тех или иных технологий.

Каждый вид и значение показателя определяется на первом этапе.

При применении такого подхода существует выбор функции, который связывает пространство исходных характеристик и пространство откликов. Есть ряд приемов, применимых к данной методике. В рассматриваемом случае требуются те, которые связывают пространство исходных характеристик и про-

странство откликов рассматриваемого объекта. Существуют методы, способные получать обобщенные оценки при отсутствии детерминированных зависимостей между единичными показателями эффективности. Стратегия выбора методики определяется во время ее формирования. Если в результате использования методики создана задача с большой размерностью, то требуется использовать приемы для снижения размерности. Один из применяемых приемов называется линейная «свертка» частных показателей [1–4].

Второй этап заключается в проведении вычислительного эксперимента. На этом этапе методика используется для получения результатов, на основе анализа которых будут выданы рекомендации и предложения (рис. 2).

Предложенный методический подход к решению сформулированной задачи анализа эффективности и обоснования требований к перспективным машиностроительным технологиям при реализации позволит получить сбалансированную оценку совокупности их основных характеристик на ранних этапах технологических разработок, что будет способствовать принятию рациональных конструкторско-технологических решений.

Библиографический список

1. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика.– 1989. – 607 с.
2. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир.– 1976. – С. 172–215
3. Сиразетдинов Т.К., Хамитов И.Х. Выбор весовых коэффициентов в задаче оптимального демпфирования упругих колебаний крыла. – Изв. вузов. Авиационная техника. – 1982. – № 2. – С. 35–40.
4. Юдин А.Б. Вычислительные методы теории принятия решений. – М.: Наука. – 1989 – С. 33–45.

Кузин Анатолий Иванович – первый заместитель генерального директора ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.

Тел.: 8(495) 689-47-33. E-mail: A.Kuzin@tmnpo.ru
Kuzin Anatolii Ivanovich – First Deputy CEO of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8(495) 689-47-33. E-mail: A.Kuzin@tmnpo.ru

Буйлов Дмитрий Сергеевич – инженер-технолог 3 категории ФГУП ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.

Тел.: 8(495) 689-96-83. E-mail: D.Bujlov@tmnpo.ru
Builov Dmitrii Sergeevich – Category 3 Process Engineer of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8(495) 689-96-83. E-mail: D.Bujlov@tmnpo.ru





УДК 629.78:005.591.6

Кондратенко А.Н.
Kondratenko A.N.

Сопровождение инновационного развития производства и методика определения реализации программ по созданию ракетно-космической техники

Innovative Development Support of Manufacturing and the Methodology for Determining the Implementation of the Aerospace Equipment Engineering Programs

Разработаны минимально необходимый и достаточный состав работ по сопровождению инновационного производственно-технологического развития ракетно-космической промышленности в обеспечение создания и производства ракетно-космической техники и методика определения реализуемости программных мероприятий создания и производства ракетно-космической техники по государственным и федеральным целевым программам.

The minimum requirement and sufficient list of works has been developed to support the innovative manufacturing and technology development of the aerospace industry to ensure the engineering and manufacturing of the aerospace equipment and a methodology for determining the feasibility of program activities for the engineering and manufacturing of aerospace equipment for State and Federal Target Programs.

Ключевые слова: критерии, методика, технологии, инновационное развитие, программные мероприятия, реализуемость, ракетно-космическая промышленность, ракетно-космическая техника.

Keywords: criteria, methodology, technologies, innovative development, program activities, feasibility, aerospace industry, aerospace equipment.

Инновационное развитие ракетно-космической техники (РКТ) и ракетно-космической промышленности (РКП) тесно взаимосвязанный и взаимоопределяющий процесс, являющийся целевой задачей, который нуждается в системной организации работ. Стоит отметить, что любой системный инновационный процесс состоит в целенаправленном мониторинге изменений и в системном анализе этих изменений как источнике прогрессивных инновационных преобразований и решений [1].

Актуальной представляется задача системной организации работ по инновационному производственно-технологическому развитию РКП в обеспечение создания и производства РКТ с требуемыми тактико-техническими характеристиками (ТТХ) и технико-экономическими характеристиками (ТЭХ) для решения целевых задач космической деятельности и государственной программы вооружения (ГПВ) [2–6], а также для парирования

развития внешних и внутренних угроз деятельности организаций и предприятий РКП [7] – рис 1 (Примечание: на рис.1 данные по аварийности и отказам, а также сведения по состоянию «института» главных технологов получены и систематизированы Райкуновым Г.Г.).

На рис. 2 представлен разработанный автором минимально необходимый и достаточный состав работ по сопровождению инновационного развития РКП в обеспечение создания и производства РКТ, обеспечивающий повышение отдачи на вкладываемые ресурсы в развитие РКТ, введены сокращения и обозначения: БЗ – бюджетная заявка, ГОЗ – государственный оборонный заказ, ГП – государственная программа, ИП – инвестиционный проект, ЛИ – летные испытания, НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, НТЗ – научно-технический задел, НТСопр – научно-техническое сопровождение, ОПК – оборонно-



промышленный комплекс, ОЭЦ – обоснование экономической целесообразности, ПКТ и ПБТ – промышленные критические и базовые технологии, РиТП – реконструкция и техническое перевооружение, ТА – технологический аудит, ТЗ – техническое задание, ТЭО – технико-экономическое обоснование.

Необходимость, целесообразность и реализуемость программных мероприятий по инновационному развитию РКП определяются на основе технологического аудита, оценки реализуемости, которые занимают центральное место в программно-целевом планировании и в сопровождении инновационного развития РКП [8] – рис. 2.

Рассмотрим основные положения методики оценки реализуемости программных мероприятий по разработке, созданию, производству (поставкам) и продлению ресурса (ремонт) изделий РКТ в рамках государственных программ и ГОЗ. Суть методики заключается в экспертной количественной и качественной оценке критериев G_{knp} , σ реализуемости указанных планируемых или запланированных программных мероприятий. В экспертной оценке участвуют планируемая головная организация-исполнитель программного мероприятия по изделию РКТ и создаваемая для экспертизы рабочая группа экспертов.

Пусть в плановом периоде с $n+1$ года по N год (где n – текущий год, планируются к реализации программные мероприятия по K изделиям РКТ) рассматриваются отдельно три вида программных мероприятий, по которым оценивается их реализуемость – научно-исследовательские работы (разработка и обоснование изделий РКТ), опытно-конструкторские работы (создание изделий РКТ), производство (поставки) и продление ресурса (ремонт) изделий РКТ.

При разработке номенклатуры и количества основных обобщенных G_{ik} критериев реализуемости применен принцип Парето [9], утверждающий, что в большинстве случаев подавляющее число параметров и связанных с ними потерь возникает из-за относительно небольшого числа причин. Применительно к задаче выявления критериев (факторов), определяющих реализуемость программных мероприятий как сложной системы, аналогичной сложной технической или производственной системе, реализуемость

определяется на 90–95% шестью-семью технико-экономическими и технологическими факторами. Общая схема решения задачи определения номенклатуры и количества обобщенных G_{ik} критериев представляется следующим образом:

- выделяются критерии (методом экспертных оценок), определяющие целевую эффективность;
- проводится ранжирование критериев по важности для оценок. При этом все критерии, принятые к рассмотрению (1, 2, ..., 7 и т.д.), дают в сумме оценку важности, равную 1 или 10 в зависимости от принятой квалитетрической шкалы оценок;

- строится гистограмма распределения вклада критериев (их важности) типа критерий (рис. 3): (а) – ось абсцисс, важность (w) – ось ординат;

- строится накопленная гистограмма и кривая Парето (пунктир) (рис. 3).

Можно построить несколько диаграмм Парето, рассматривая проблему с разных точек зрения, используя различные критерии оценки, пока не выявятся немногочисленные существенно важные факторы. Можно на оси ординат вместо важности привести оценки стоимости, оценку проблемы представить в стоимостном выражении. При этом сами оценки будут более эффективными.

Таким образом, определены семь обобщенных критериев реализуемости. Перечень обобщенных G_{ik} и частных g_{ijk} критериев, характеризующих уровень промышленной реализуемости программных мероприятий по каждому образцу РКТ, а также методы их определения и базисные оценки g_{ijk} , в зависимости от степени соответствия требованиям реализуемости приведены в табл. 1.

Частные g_{ijk} критерии получены с использованием метода и диаграмм Исикавы [10], в дополнение к описанному методу Парето, с помощью которых формируется система причинных факторов, которые затем делятся на причинные факторы второго уровня. С помощью статистических методов выявлено количество или номенклатура частных g_{ijk} критериев и затем построен «рыбий скелет», где хребтом являются обобщенные G_{ik} критерии, от которого отходят «большие кости» – частные g_{ijk} критерии, и от которых могут отходить «малые кости» – критерии более низкого уровня.



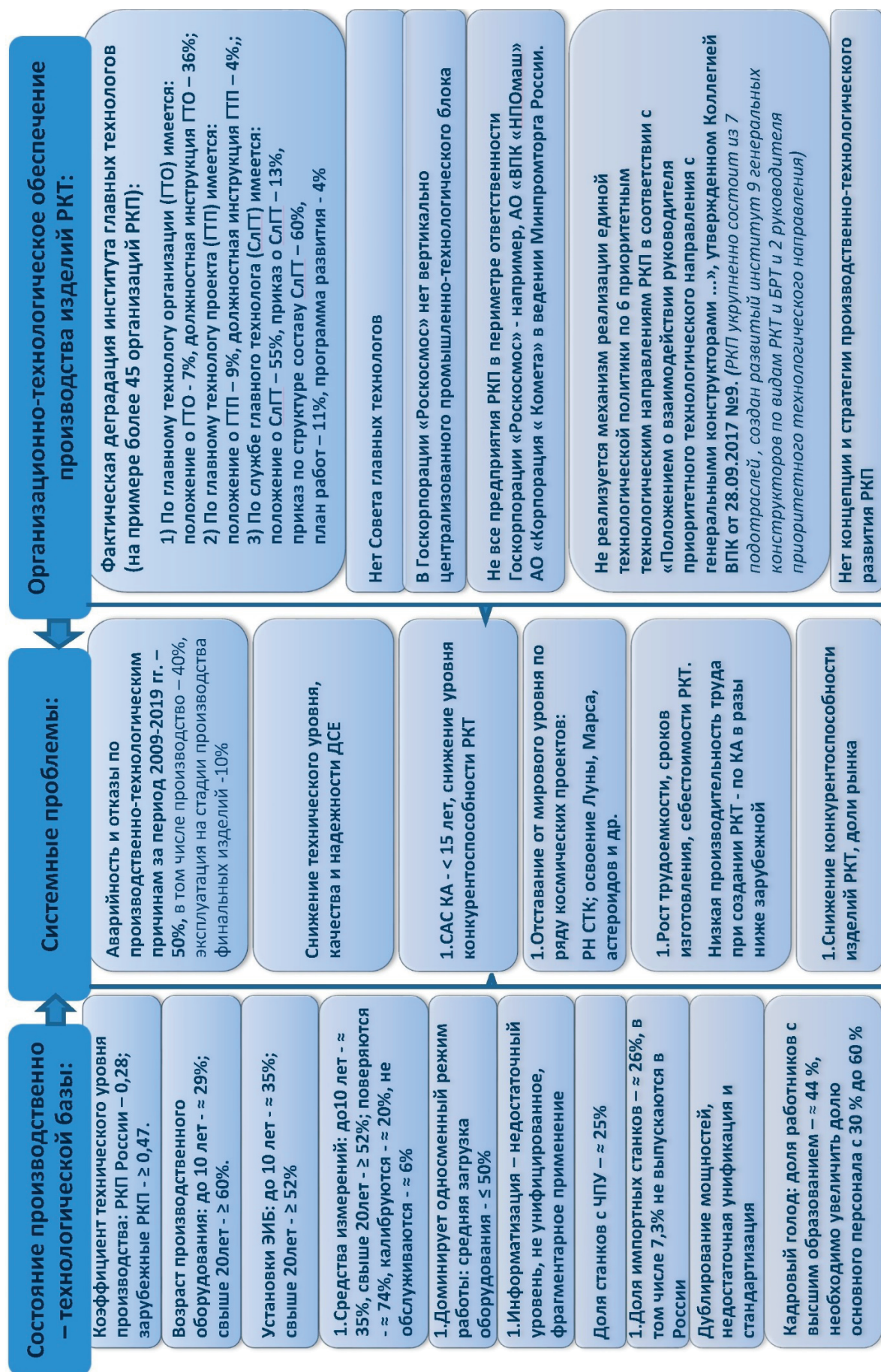


Рис. 1. Системные проблемы, состояние и организационно-технологическое обеспечение создания и производства изделий РКП

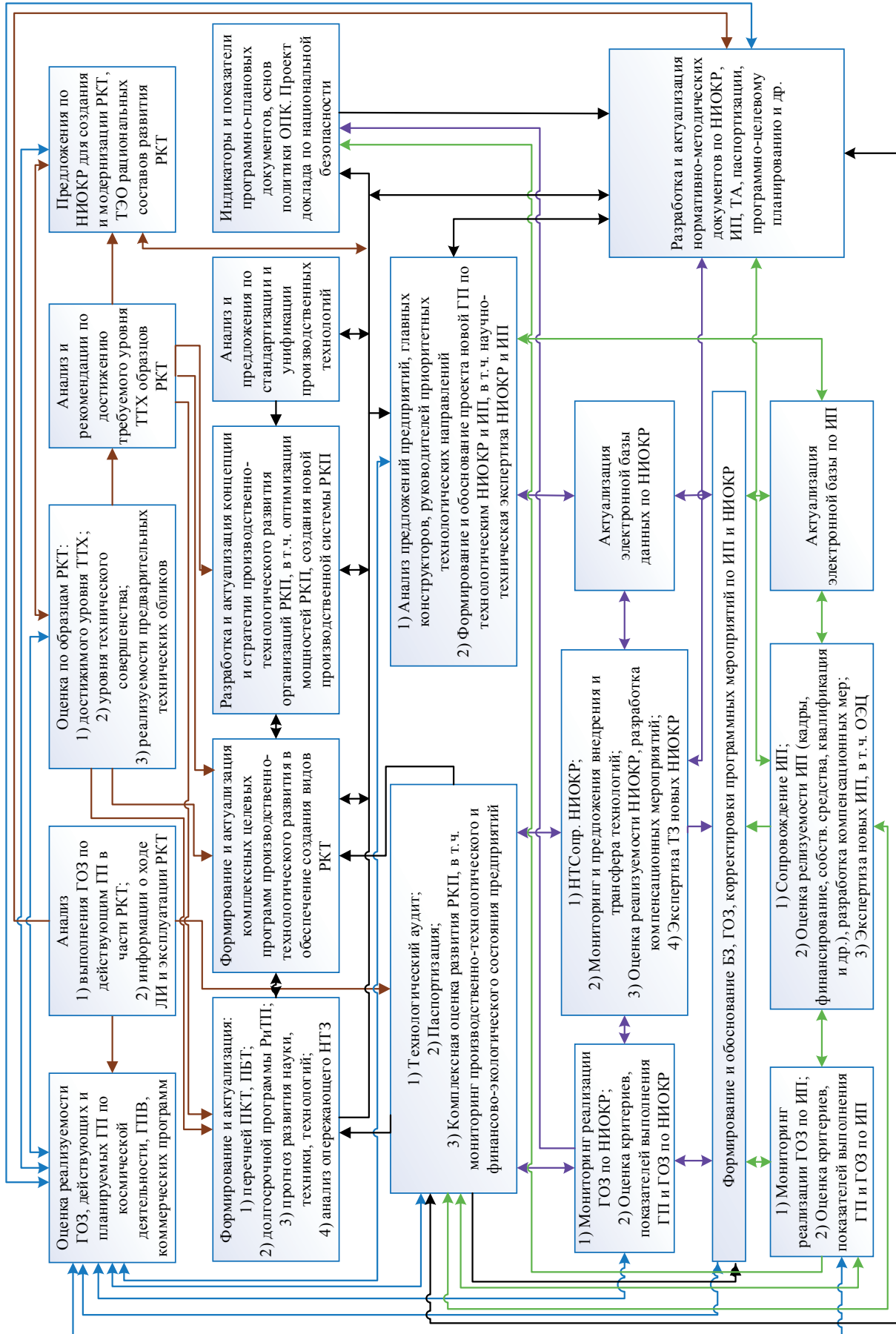


Рис. 2. Минимально необходимый и достаточный состав работ по сопровождению развития РКП в обеспечении создания и производства РКП

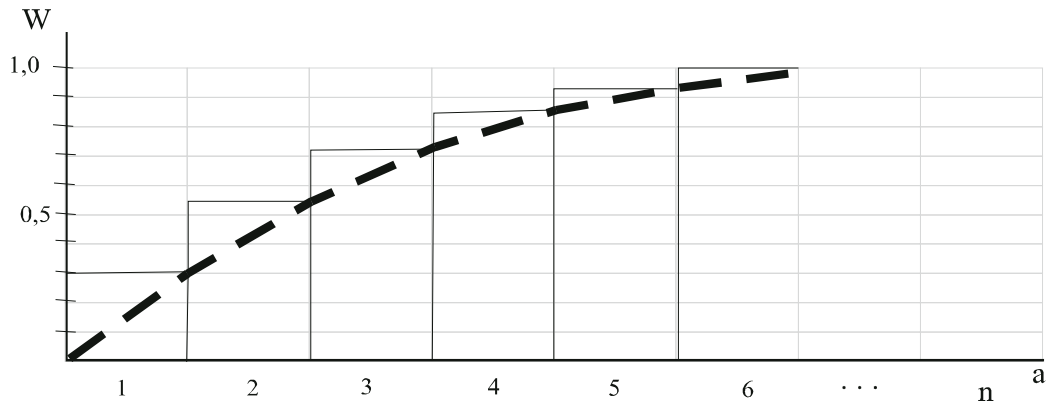


Рис. 3. Гистограмма важности (выделена голубым цветом), накопленная гистограмма важности и кривая Парето (пунктир)

Задача организации-исполнителя программных мероприятий по РКТ в проведении оценки реализуемости заключается в определении предпочтения (знаком «+») одному из группы альтернативных вариантов качественной оценки рассматриваемых частных g_{ijk} критерия применительно к конкретному году реализации программных мероприятий. Оценки проводятся для n -го текущего года и каждого года планового периода – с $(n+1)$ до N года. Для ГОЗ: $N = n+3$.

Задача рабочей группы экспертов по качественным оценкам (знаком «+») частных g_{ijk} критериев, определенных организациями-исполнителями программных мероприятий по РКТ, дать их количественную оценку в соответствии с таблицей 1 и определить по формулам (1), (2) значения обобщенных G_{ik} критериев реализуемости программных мероприятий по каждому образцу РКТ:

$$G_k = \left(\sum_{j=1}^{J_i} g_{ijk} \right) / J_i \tag{1}$$

$$0 \leq g_{ijk} \leq g_{\max} \tag{2}$$

где i – порядковый номер обобщенных критериев G_{ik} для k -го изделия РКТ; J_i – количество частных критериев, характеризующих i -ый обобщенный критерий.

Реализуемость программных мероприятий по НИР, ОКР или производству (поставкам) и продлению ресурса (ремонт) по k -му изделию РКТ, разрабатываемому или создаваемому

в рамках государственных программ и ГОЗ, характеризуется $1 \leq i \leq I, I=7$ обобщенными критериями G_{ik} реализуемости этих мероприятий:

1. G_{1k} – производственно-технологическая обеспеченность программных мероприятий, которая определяется на основе $1 \leq j \leq J_1, J_1 = 4$ частных критериев:

- g_{11k} – обеспеченность серийного производства (или опытного производства для НИОКР) промышленным оборудованием, которое предназначено для выполнения разнообразных технологических операций (заготовительных, обрабатывающих, термических, сборочных и др.), необходимых для создания или производства изделий РКТ требуемой точности и качества;

- g_{12k} – обеспеченность экспериментально-испытательной, метрологической базы, характеризующая достаточность экспериментально-испытательных и измерительных технических средств на предприятии, способных определить и подтвердить тактико-технические требования (параметры) конструкторской и технологической документации при разработке и изготовлении сборочных единиц РКТ, изделий РКТ;

- g_{13k} – технологическая обеспеченность, характеризующая достаточность созданных научно-технических знаний (включая способы и формы их проявления и применения), интеллектуального потенциала, процессов, материалов и оборудования, которые могут быть использованы при разработке, создании, производстве, эксплуатации и утилизации той или иной финальной продукции по РКТ на каждом из этапов ее жизненного цикла;

– g_{14k} – обеспеченность реализации инвестиционных проектов в установленные сроки, характеризующая материально-техническую подготовку активных фондов для разработки, создания и производства РКТ. При оценке рассматривается обоснованность установленных сроков выполнения инвестиционных проектов в соответствии с утвержденной проектно-сметной документацией, а также полнота учета всех необходимых мероприятий по реконструкции и техническому перевооружению (новому строительству) основных фондов в проектно-сметной документации. Этот критерий оценивается при наличии реализации или планируемых к реализации инвестиционных проектов в рамках бюджетного финансирования по государственным программам или по ГОЗ.

2. G_{2k} – обеспеченность комплектующими, элементной базой, сырьем и материалами, которая определяется на основе $1 \leq j \leq J_2$, $J_2 = 3$ частных критериев:

– g_{21k} – обеспеченность опытного (для НИОКР), серийного производства или ремонта (мероприятий по продлению ресурса) комплектующими, характеризующая достаточность устройств на основе электромеханических / электронных / микроэлектронных / оптических составляющих (элементов), требуемых при разработке и изготовлении изделий РКТ;

– g_{22k} – обеспеченность элементной базой;

– g_{23k} – обеспеченность материалами и сырьем, характеризующая достаточность конструкционных материалов (металлы, неметаллы, композиты) и сырья, в том числе материалов и сырья, подлежащих государственному бронированию для разработки и изготовления изделий РКТ.

3. G_{3k} – обеспеченность научно-техническими (для НИОКР) и квалифицированными (для производства и ремонта) кадрами, характеризующая для НИОКР наличие в организации в достаточном количестве профессионально подготовленных специалистов, непосредственно участвующих в производстве научных знаний и подготовке научных результатов для практического использования, включая научно-информационную и проектно-конструкторскую деятельность для разработки и изготовления

изделий РКТ, а для серийного производства и ремонта характеризующая наличие достаточного количества работников, задействованных в процессе создания изделий РКТ на предприятии и прошедших проверку знаний и навыков в объеме, обязательном для работы (должности), в том числе прошедших профессиональное обучение, переподготовку и повышение квалификации.

4. G_{4k} – готовность кооперации исполнителей и головного исполнителя работ, определяемая на основе $1 \leq j \leq J_4$, $J_4 = 2$ частных критериев:

– g_{41k} – используемый механизм выбора головного исполнителя работ, характеризующийся процедурой проведения конкурсных мероприятий и учета результатов разработки эскизной и рабочей документации на изделие РКТ;

– g_{52k} – готовность кооперации, характеризующая возможность головной организации-исполнителя работ взаимодействовать с другими организациями для разработки и производства изделий РКТ в установленные сроки с заданными тактико-техническими и технико-экономическими характеристиками.

5. G_{5k} – финансово-экономическое обеспечение работ, которое определяется на основе $1 \leq j \leq J_5$, $J_5 = 3$ частных критериев:

– g_{51k} – финансовая обеспеченность выполнения плановых заданий, которая характеризует состояние обеспечения финансовыми средствами, выплачиваемыми государственным заказчиком головному исполнителю плановых мероприятий, предназначенных только для расходов на выполнение ГОЗ и авансирование соответствующих работ;

– g_{52k} – обоснованность цены работ;

– g_{53k} – экономическая заинтересованность организации в своевременном и качественном выполнении работ.

6. G_{6k} – обоснованность разработки, создания или производства изделий с требуемыми характеристиками, которая определяется на основе $1 \leq j \leq J_6$, $J_6 = 2$ частных критериев:

– g_{61k} – обоснованность возможности разработки (для НИР), создания (для ОКР), производства (поставки) изделий с требуемыми технико-экономическими и тактико-техническими характеристиками;





– g_{62k} – научно-технический задел (для НИОКР), который характеризуется наличием в организации инфраструктуры, оборудования, профессиональных научно-исследовательских кадров, накопленного объема научно-технической информации, разработанной и экспериментально проверенной до начала проведения НИОКР.

7. G_{7k} – обоснованность установленных сроков выполнения работ, оцениваемая с учетом степени новизны работ, экономической заинтересованности организаций (предприятий) в своевременном выполнении работ, потенциальных возможностей организаций и предприятий своевременного выполнения работ и других обстоятельств.

Таблица 1. Оценка организацией и экспертной группой готовности к реализации программных мероприятий ГПВ или проекта ГОЗ по НИР, ОКР или по производству (поставкам) и ремонту (продлению ресурса) изделия РКТ ($1 < k < K$, где k – изделие, K – всего программных мероприятий (изделий) в программном периоде)

№ п/п	Наименование критерия	Варианты качественных оценок (уровень)	Интервал значений g_{ijk}	Определенный организацией (+) или экспертами (g_{ijk}) вариант оценки			
				годы текущего года – n , планового периода с $(n+1)$ до N года			
				n	$n+1$...	N
$i=1$	G_{1k} – производственно-технологическая обеспеченность программных мероприятий	$G_k = \left(\sum_{j=1}^{J_1} g_{1jk} \right) / J_1$ $J_1 = 4.$ Достаточная – $9 \leq G_{1k} < 10.$ Условно достаточная – $6 \leq G_{1k} < 9.$ Недостаточная – $3 \leq G_{1k} < 6.$ Крайне недостаточная – $0 \leq G_{1k} < 3$					
1.1	Обеспеченность серийного производства (или опытного производства для НИОКР) промышленным оборудованием	– достаточная	$9 \leq g_{11k} \leq 10$				
		– условно достаточная (с учетом проведения плановых мероприятий по модернизации технической базы предприятия)	$6 \leq g_{11k} < 9$				
		– недостаточная (наряду с плановыми требуется проведение комплекса дополнительных мероприятий по техническому перевооружению предприятия)	$3 \leq g_{11k} < 6$				
		– крайне недостаточная и нет реальной возможности для своевременного проведения дополнительных мероприятий по техническому перевооружению предприятия). Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{11k} < 3$				
1.2	Обеспеченность экспериментально-испытательной, метрологической базой	– достаточная	$9 \leq g_{12k} \leq 10$				
		– условно достаточная (с учетом выполнения плановых мероприятий по дооснащению базы)	$6 \leq g_{12k} < 9$				
		– неудовлетворительная, но возможно своевременное проведение необходимых внеплановых мероприятий по дооснащению базы	$3 \leq g_{12k} < 6$				



№ п/п	Наименование критерия	Варианты качественных оценок (уровень)	Интервал значений g_{ijk}	Определенный организацией (+) или экспертами (g_{ijk}) вариант оценки			
				годы текущего года – n, планового периода с (n+1) до N года			
				n	n+1	...	N
		– неудовлетворительная и необходимые меры по дооснащению не могут быть своевременно реализованы. Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{12k} < 3$				
1.3	Технологическая обеспеченность	– достаточная (необходимые технологии уже использовались в работах)	$9 \leq g_{13k} \leq 10$				
		– условно достаточная (необходимые технологии разработаны, но на практике еще не использовались)	$6 \leq g_{13k} < 9$				
		– недостаточная, но имеется возможность проведения внеплановых мероприятий по доработке технологий	$3 \leq g_{13k} < 6$				
		– крайне недостаточная и нет реальной возможности для своевременного проведения дополнительных мероприятий по обеспечению предприятия необходимыми технологиями). Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{13k} < 3$				
1.4	Обеспеченность реализации инвестиционных проектов в установленные сроки	– достаточно высокая	$9 \leq g_{14k} \leq 10$				
		– удовлетворительная (учтены основные влияющие факторы)	$6 \leq g_{14k} < 9$				
		– крайне низкий уровень (недостаточно учтены основные влияющие факторы)	$3 \leq g_{14k} < 6$				
		– установленные сроки выполнения инвестиционного проекта не реальны	$0 \leq g_{14k} < 3$				
i=2	G_{2k} – обеспеченность комплектующими, элементной базой, сырьем и материалами	$G_k = \left(\sum_{j=1}^{J_2} g_{2jk} \right) / J_2$ $J_2 = 3.$ Достаточная – $9 \leq G_{2k} < 10$. Условно достаточная – $6 \leq G_{2k} < 9$. Недостаточная, закупки в ближнем зарубежье – $4 \leq G_{2k} < 6$. Недостаточная, закупки в дальнем зарубежье – $3 \leq G_{2k} < 4$. Крайне недостаточная – $0 \leq G_{2k} < 3$					



№ п/п	Наименование критерия	Варианты качественных оценок (уровень)	Интервал значений g_{ijk}	Определенный организацией (+) или экспертами (g_{ijk}) вариант оценки			
				годы текущего года – n, планового периода с (n+1) до N года			
				n	n+1	...	N
2.1	Обеспеченность опытного (для НИОКР) или серийного производства комплектующими	- достаточно полная	$9 \leq g_{21k} \leq 10$				
		- условно достаточная (предусмотрены и имеется возможность реализовать плановые закупки)	$6 \leq g_{21k} < 9$				
		- недостаточная, но имеется возможность обеспечить при организации закупок в странах ближнего зарубежья	$4 \leq g_{21k} < 6$				
		- недостаточная, но имеется возможность обеспечить при организации закупок в странах дальнего зарубежья	$3 \leq g_{21k} < 4$				
		- крайне недостаточная и необходимые меры не могут быть своевременно реализованы. Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{21k} < 3$				
2.2	Обеспеченность элементной базой	- достаточно полная	$9 \leq g_{22k} \leq 10$				
		- недостаточная, но имеется возможность обеспечить за счет плановых закупок	$6 \leq g_{22k} < 9$				
		- недостаточная, но имеется возможность обеспечить при организации закупок в странах ближнего зарубежья	$4 \leq g_{22k} < 6$				
		- недостаточная, но имеется возможность обеспечить при организации закупок в странах дальнего зарубежья	$3 \leq g_{22k} < 4$				
		- крайне недостаточная и необходимые меры не могут быть своевременно реализованы. Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{22k} < 3$				
2.3	Обеспеченность материалами и сырьем	- достаточно полная	$9 \leq g_{23k} \leq 10$				
		- условно достаточная (предусмотрены и имеется возможность реализовать плановые закупки)	$6 \leq g_{23k} < 9$				
		- недостаточная, но имеется возможность обеспечить при организации закупок в странах ближнего зарубежья	$4 \leq g_{23k} < 6$				
		- недостаточная, но имеется возможность обеспечить при организации закупок в странах дальнего зарубежья	$3 \leq g_{23k} < 4$				



№ п/п	Наименование критерия	Варианты качественных оценок (уровень)	Интервал значений g_{ijk}	Определенный организацией (+) или экспертами (g_{ijk}) вариант оценки			
				годы текущего года – n, планового периода с (n+1) до N года			
				n	n+1	...	N
		– крайне недостаточная и необходимые меры не могут быть своевременно реализованы. Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{23k} < 3$				
$i=3$	G_{3k} – обеспеченность научно-техническими (для НИОКР) и квалифицированными (для производства и ремонта) кадрами	– достаточная	$9 \leq g_{31k} \leq 10$				
		– условно достаточная (с учетом выполнения плановых мероприятий, обеспечивающих решение кадровых проблем)	$6 \leq g_{31k} < 9$				
		– неудовлетворительная, но не исключается возможность своевременно разрешить кадровые проблемы	$3 \leq g_{31k} < 6$				
		– крайне неудовлетворительная и кадровые проблемы своевременно не могут быть разрешены. Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{31k} < 3$				
$i=4$	G_{4k} – Готовность кооперации исполнителей и головного исполнителя работ	$G_k = \left(\sum_{j=1}^{J_4} g_{4jk} \right) / J_4$ $J_4 = 2.$ Достаточная – $9 \leq G_{4k} < 10.$ Условно достаточная – $6 \leq G_{4k} < 9.$ Недостаточная – $3 \leq G_{4k} < 6.$ Крайне недостаточная – $0 \leq G_{4k} < 3$					
4.1	Используемый механизм выбора головного исполнителя работ	– исполнитель назначен без конкурса по результатам разработки эскизного проекта и рабочей документации на изделие РКТ.	$9 \leq g_{41k} \leq 10$				
		– определяется по результатам конкурса с учетом результатов эскизного проектирования изделия РКТ	$3 \leq g_{41k} < 9$				
		– определяется по результатам конкурса	$0 \leq g_{41k} < 3$				
4.2	Готовность кооперации	- высокая. Кооперация по направлению предполагаемых основных работ устоялась	$9 \leq g_{42k} \leq 10$				
		– условно удовлетворительная. Кооперация по направлению основных работ находится в стадии формирования	$6 \leq g_{42k} < 9$				



№ п/п	Наименование критерия	Варианты качественных оценок (уровень)	Интервал значений g_{ijk}	Определенный организацией (+) или экспертами (g_{ijk}) вариант оценки			
				годы текущего года – n, планового периода с (n+1) до N года			
				n	n+1	...	N
		– низкая, но для выполнения основных работ еще имеется возможность своевременно сформировать кооперацию	$3 \leq g_{42k} < 6$				
		– крайне низкая и своевременно сформировать кооперацию невозможно. Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{42k} < 3$				
i=5	G_{5k} – Финансово-экономическое обеспечение работ	$G_k = \left(\sum_{j=1}^{J_5} g_{5jk} \right) / J_5$ $J_5 = 3.$ Достаточное – $9 \leq G_{5k} < 10.$ Условно достаточное – $6 \leq G_{5k} < 9.$ Недостаточное – $3 \leq G_{5k} < 6.$ Крайне недостаточное – $0 \leq G_{5k} < 3$					
5.1	Финансовая обеспеченность выполнения плановых заданий	– высокая. Планируемыми ассигнованиями работы обеспечены на 100%	$9 \leq g_{51k} \leq 10$				
		– условно удовлетворительная. Планируемыми ассигнованиями работы обеспечены на уровне 70–90%, имеется также возможность привлечения других источников финансового обеспечения.	$6 \leq g_{51k} < 9$				
		– низкая. Планируемыми ассигнованиями работы обеспечены на уровне ниже -70%. Выполнение плановых заданий может быть осуществлено лишь при своевременном привлечении других источников финансового обеспечения	$3 \leq g_{51k} < 6$				
		– крайне низкая. Планируемых ассигнований для выполнения плановых заданий недостаточно и отсутствует возможность привлечения других источников финансового обеспечения. Существует реальная угроза срыва выполнения плановых заданий	$0 \leq g_{51k} < 3$				
5.2	Обоснованность цены работ	– установленная цена работ достаточно обоснована	$9 \leq g_{52k} \leq 10$				
		– установленная цена работ занижена в пределах 10 – 20%	$6 \leq g_{52k} < 9$				



№ п/п	Наименование критерия	Варианты качественных оценок (уровень)	Интервал значений g_{ijk}	Определенный организацией (+) или экспертами (g_{ijk}) вариант оценки			
				годы текущего года – n, планового периода с (n+1) до N года			
				n	n+1	...	N
		– установленная цена работ занижена в пределах 20 – 30%	$3 \leq g_{52k} < 6$				
		– установленная цена работ занижена более чем на 30 %	$0 \leq g_{52k} < 3$				
5.3	Экономическая заинтересованность организации в своевременном и качественном выполнении работ	– высокая	$9 \leq g_{53k} \leq 10$				
		– невысокая (условно достаточная с учетом перспективы реализации существующих плановых документов и принятых решений)	$6 \leq g_{53k} < 9$				
		– низкая, необходимо проведение мероприятий, дополнительных к предусмотренным существующим плановым документам и принятым решениям	$3 \leq g_{53k} < 6$				
		– критическая (практически нет возможности своевременно реализовать необходимые меры для разрешения проблемы)	$0 \leq g_{53k} < 3$				
$i=6$		G_{6k} – Обоснованность разработки, создания или производства изделий с требуемыми характеристиками	$G_k = \left(\sum_{j=1}^{J_6} g_{6jk} \right) / J_6$ $J_6 = 2.$ Достаточная – $9 \leq G_{6k} < 10.$ Условно достаточная – $6 \leq G_{6k} < 9.$ Недостаточная – $3 \leq G_{6k} < 6.$ Крайне недостаточная – $0 \leq G_{6k} < 3$				
6.1	Обоснованность возможности разработки (для НИР), создания (для ОКР), производства (поставки) изделий с требуемыми технико-экономическими и тактико-техническими характеристиками	– достаточная	$9 \leq g_{61k} \leq 10$				
		– удовлетворительная	$6 \leq g_{61k} < 9$				
		– крайне низкий уровень (недостаточно исследованы и учтены основные технико-экономические, технические и технологические влияющие факторы)	$3 \leq g_{61k} < 6$				
		– возможности обеспечения заданных технико-экономических и тактико-технических характеристик изделий в серийном или опытно (для НИОКР) производстве не оценивались. Существует реальная угроза невыполнения плановых заданий	$0 \leq g_{61k} < 3$				
6.2	Научно-технический задел (для НИОКР)	– высокий (проводились исследования или разработка образцов-аналогов)	$9 \leq g_{62k} \leq 10$				
		– удовлетворительный (проводились исследования в обоснование типовых образцов – для НИР, проводилась разработка типовых образцов – для ОКР)	$6 \leq g_{62k} < 9$				





№ п/п	Наименование критерия	Варианты качественных оценок (уровень)	Интервал значений g_{ijk}	Определенный организацией (+) или экспертами (g_{ijk}) вариант оценки			
				годы текущего года – n, планового периода с (n+1) до N года			
				n	n+1	...	N
i=7	G_{7k} – Обоснованность установленных сроков выполнения работ	– крайне низкий (проводились лишь фундаментально-поисковые исследования – для НИР или лишь НИР по отдельным проблемам – для ОКР)	$3 \leq g_{62k} < 6$				
		– отсутствует. Существует реальная угроза невыполнения НИР или ОКР	$0 \leq g_{62k} < 3$				
		– достаточно высокая	$9 \leq g_{71k} \leq 10$				
		– удовлетворительная (исследованы и учтены основные влияющие факторы)	$6 \leq g_{71k} < 9$				
		– крайне низкий уровень (недостаточно исследованы и учтены основные влияющие факторы)	$3 \leq g_{71k} < 6$				
		– сроки выполнения плановых заданий не реальны	$0 \leq g_{71k} < 3$				

По результатам оценок по формулам (3), (4) или по формулам (5), (6) вычисляется комплексный критерий G_{knp} готовности организации-исполнителя к реализации программных мероприятий по k-му изделию РКП по НИР, ОКР, производству или продлению ресурса:

$$G_{knp} = \left(\sum_{i=1}^{i=l} \mu_i G_{ik} \right) / g_{\max} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{i=l} \mu_i = 1 \quad (4)$$

где: μ_i – весовой коэффициент обобщенного критерия G_{ik} , который определяется по табл. 2, полученной экспертным способом, с применением ранее описанного принципа Парето [9] для современного этапа развития РКП, разработки, создания и производства РКП.

Таблица 2. Весовые коэффициенты обобщенных критериев G_{ik}

Номер i обобщенного критерия μ_i	Обобщенный критерий G_{ik} при оценке готовности организации к реализации программных мероприятий	Весовой коэффициент μ_i обобщенного критерия G_{ik} для НИР и ОКР	Весовой коэффициент μ_i обобщенного критерия G_{ik} для серийного производства и продления ресурса (ремонта)
1	G_{1k} – производственно-технологическая реализуемость предложений	0,1	0,2
2	G_{2k} – обеспеченность комплектующими, элементной базой, сырьем и материалами	0,1	0,2
3	G_{3k} – обеспеченность научно-техническими (для НИОКР) и квалифицированными (для серии и ремонта) кадрами	0,2	0,15
4	G_{4k} – готовность кооперации исполнителей и головного исполнителя работ	0,15	0,1



Номер i обобщенного критерия μ_i	Обобщенный критерий G_{ik} при оценке готовности организации к реализации программных мероприятий	Весовой коэффициент μ_i обобщенного критерия G_{ik} для НИР и ОКР	Весовой коэффициент μ_i обобщенного критерия G_{ik} для серийного производства и продления ресурса (ремонта)
5	G_{5k} – финансово-экономическое обеспечение работ	0,15	0,1
6	G_{6k} – обоснованность создания или производства изделий с требуемыми характеристиками	0,2	0,15
7	G_{7k} – обоснованность установленных сроков выполнения работ	0,1	0,1

Для случая, когда все частные обобщенные критерии имеют одинаковую важность:

$$\mu_i = \frac{1}{I}, \text{ для } 1 \leq i \leq I \quad (5)$$

$$G_{knn} = \frac{\sum_{i=1}^{i=I} G_{ik}}{I g_{\max}} \quad (6)$$

На основе результатов проведенных оценок готовности организаций по комплексным критериям G_k формируется суждение об уровне готовности (обеспеченности) организаций к реализации программных мероприятий для изделия k по НИР, ОКР или серийному производству и продлению ресурса РКП:

– при $G_k \geq 0,8$ – высокая степень готовности (обеспеченности) организации к реализации программного мероприятия по k изделию РКП;

– при $0,6 \leq G_k < 0,8$ – средняя степень готовности (может потребоваться проведение запланированных программных мероприятий) по k изделию РКП;

– при $0,4 \leq G_k < 0,6$ – низкая степень готовности (необходимо проведение внеплановых мероприятий для обеспечения реализации организацией запланированных программных мероприятий) по k изделию РКП;

– при $G_k < 0,4$ – очень низкая степень готовности (требуется корректировка запланированных программных мероприятий) по k изделию РКП.

По частным критериям $g_{ijk} < 3$ выявляются проблемы готовности организации. В случае, когда по какому-либо частному критерию

экспертной группой будет поставлена нулевая оценка ($g_{ijk} = 0$), программное мероприятие оценивается как нереализуемое в виде неготовности (необеспеченности) организации к его реализации.

Далее экспертной группой по всей совокупности $1 \leq k \leq K$ образцов РКП проводится комплексная оценка σ готовности в части НИР, ОКР, производства и продления ресурса (ремонта) РКП для реализации отраслевого пакета программных мероприятий по РКП. На основе определенных значений обобщенных критериев G_{ik} для всей совокупности образцов РКП по формуле (7) определяются интегральные критерии σ_i реализуемости. Интегральная комплексная оценка σ готовности РКП к реализации отраслевого пакета программных мероприятий определяется по формуле (8):

$$\sigma_i = \frac{\sum_{k=1}^{k=K} G_{ik}}{K g_{\max}} \quad (7)$$

$$\sigma_i = \sum_{k=1}^{k=K} \mu_i \sigma_i \quad (8)$$

На основе результатов оценок, проведенных по формулам (7) и (8), формируется комплексная прогнозная оценка степени готовности РКП к реализации всех программных мероприятий по разработке, созданию, производству и продлению ресурса изделий РКП:

– при $\sigma \geq 0,8$ – высокая степень реализуемости программных мероприятий по РКП;

– при $0,6 \leq \sigma < 0,8$ – средняя степень реализуемости программных мероприятий по РКП





(может потребоваться проведение запланированных программных мероприятий);

– при $0,4 \leq \sigma < 0,6$ – низкая степень реализуемости программных мероприятий по РКТ (необходимо проведение внеплановых мероприятий для обеспечения реализации РКП запланированных программных мероприятий);

– при $\sigma < 0,4$ – очень низкая степень реализуемости программных мероприятий по РКТ (требуется корректировка запланированных программных мероприятий).

Проведенная комплексная оценка является достаточно полной характеристикой готовности РКП к реализации программных мероприятий по разработке, созданию, производству и продлению ресурса РКТ по всей совокупности качественных и количественных критериев, а также позволяет разрабатывать предложения по внесению изменений в программные мероприятия на планируемый период в части устранения выявленных скрытых трудноразрешаемых проблем реализации мероприятий по НИОКР, поставкам и мероприятиям по продлению ресурса изделий РКТ. Результаты комплексной оценки реализуемости по РКТ позволяют разрабатывать предложения в части технологических, общесистемных НИОКР и капитального строительства, обеспечивающих определение и создание условий, позволяющих достичь цели основных мероприятий по разработке, созданию, производству или продлению ресурса РКТ более эффективным путем.

При проведении комплексной оценки реализуемости программных мероприятий по РКТ для последующего упреждающего планового решения проблемных вопросов также формируются перечни по направлениям:

научно-технических проблем:

- создания конструкции изделия и его составных частей,
- обеспечения качества и надежности,
- унификации и стандартизации,
- разработки и наличия необходимых конструкционных материалов,
- обеспечения подтверждения требуемых ТТХ,
- обеспечения достижения требуемых ТТХ,
- обеспечения необходимого научно-технического задела,
- информационного обеспечения;

технико-экономических проблем:

- сохранения и развития экспериментально-испытательной и метрологической базы,
- технологической обеспеченности разработки (производства) изделий и деталей сборочных единиц РКТ,
- сохранения, оптимизации и обновления основных производственных фондов, в том числе реализации и ввода в строй объектов реконструкции и технического перевооружения и нового строительства,
- ресурсного, финансово-экономического и кадрового обеспечения,
- загрузки и диверсификации организаций и предприятий РКП;

нормативно-правовых и организационных проблем:

- организации и управления процессом размещения и реализации ГОЗ,
- информационного обеспечения участников реализации ГОЗ,
- ценообразования, финансирования, ресурсного обеспечения,
- планирования инвестиционных проектов и НИОКР,
- внедрения результатов выполненных работ.

Выводы

1. Разработан минимально необходимый и достаточный состав работ по сопровождению инновационного производственно-технологического развития РКП в обеспечение разработки, создания и производства РКТ в рамках НИОКР и серийного производства. На основе предложенного подхода целесообразно формировать состав, цели и задачи общесистемных работ по

сопровождению и разработке программных мероприятий государственных программ и ГОЗ в части производственно-технологического развития организаций и предприятий РКП. Показана необходимость совместного мониторинга и прогноза производственно-технологического развития РКП и проектно-конструкторских разработок и производства РКТ как исходных данных



для правильного планирования производственно-технологического развития РКП, а также для взаимозависимых процессов.

Направления целей и задач общесистемных работ по сопровождению инновационного производственно-технологического развития РКП предопределено исторически сложившейся и успешно реализуемой более 60 лет кооперацией головных организаций и организацией совместных работ программно-целевого планирования и научно-технического сопровождения программ – любые космические проекты и программы анализируются, оцениваются и проходят независимую экспертизу по основным направлениям [11]:

- техническая и функциональная новизна, принимаемые проектно-конструкторские решения – головная организация АО «ЦНИИмаш»;
- производственно-технологические возможности, производственно-технологическая реализуемость – ФГУП «НПО «Техномаш»;
- экономическая эффективность и бюджетная целесообразность – АО «Организация «Агат».

При этом к работам в качестве кооперации исполнителей работ привлекаются другие головные научно-исследовательские организации (ГНИО), организации и предприятия РКП, предполагается взаимообмен информацией ГНИО между собой и другими организациями и предприятиями РКП.

2. Разработана методика определения производственно-технологической реализуемости программных мероприятий создания и производства РКТ по государственным и федераль-

ным целевым программам. На основе метода Парето минимизации и ограниченного числа причин, определяющих целевые параметры и связанные с ними потери исследуемых сложных систем [9], а также на основе метода и диаграмм Исикавы [10] определен минимально необходимый перечень семи обобщенных G_{ik} критериев и частных g_{ijk} критериев, характеризующих уровень промышленно-технологической реализуемости программных мероприятий по каждому образцу РКТ.

Основные обобщенные G_{ik} критерии реализуемости:

- производственно-технологическая реализуемость программных мероприятий;
- обеспеченность комплектующими, элементной базой, сырьем и материалами;
- обеспеченность научно-техническими (для НИОКР) и квалифицированными (для производства и ремонта) кадрами;
- готовность кооперации исполнителей и головного исполнителя работ;
- финансово-экономическое обеспечение работ;
- обоснованность разработки, создания или производства изделий с требуемыми характеристиками;
- обоснованность установленных сроков выполнения работ.

3. Предложен метод комплексной прогнозной оценки степени готовности РКП к реализации всех программных мероприятий по разработке, созданию, производству и продлению ресурса изделий РКТ.

Библиографический список

1. Друкер Питер Ф. Задачи менеджмента в XXI веке.: Пер. с англ.: – М.: Вильямс. 2004. – 272 с.
2. Кондратенко А.Н., Олексенко И.А. Особенности планирования технологических НИОКР и капитальных вложений РКП в рамках государственных и федеральных целевых программ // Вестник «НПО «Техномаш». – 2018. – № 5. – С. 12–18.
3. Кондратенко А.Н., Олексенко И.А. Методические подходы рассмотрения и отбора мероприятий по реконструкции и техническому перевооружению предприятий и технологическим НИОКР для включения в программные мероприятия ГП и ФЦП в части производственно-технологического развития РКП // Вестник «НПО «Техномаш». – 2019. – № 9. – С. 19–27.
4. Николаев В.Д., Лукьянчик В.В., Кондратенко А.Н., Гапоненко О.В., Кузин А.И., Олексенко И.А. Инвентаризация НИОКР и инвестиционных проектов, реализуемых в рамках ФЦП, как инструмент приоритизации программных мероприятий // Вестник «НПО «Техномаш». – 2017. – № 3. – С. 61–65.



5. Кондратенко А.Н. Оценка состояния и приоритетные направления развития ракетно-космической промышленности // НТЖ «Вестник «НПО «Техномаш». – 2020. – № 2. – С. 21–32.
6. Кондратенко А.Н. Оценка состояния и приоритетные направления развития ракетно-космической промышленности // НТЖ «Вестник «НПО «Техномаш». – 2020. – № 2. – С. 21–32.
7. Кондратенко А.Н. Критерии безопасности ракетно-космической промышленности и особенности формирования перечней промышленных базовых и критических технологий // НТЖ «Вестник «НПО «Техномаш». – 2021. – № 2. – С. 24–39.
8. Кондратенко А.Н. Технологический аудит и планирование инвестиционных проектов государственных и федеральных целевых программ // НТЖ «Вестник «НПО «Техномаш». – 2021. – № 2. – С. 25–33.
9. Парето В. Учебник политической экономии: пер. с фр. / В.Парето; предисловие В.С. Автономова – 2-е изд. – М.: РИОР ИНФРА-М. – 2018. – 592 с.
10. Исикава Каору. Японские методы управления качеством. – М.: Экономика.– 1988 – 199 с.
11. Кондратенко А.Н., Олексенко И.А., Панов Д.В. О новых подходах и о роли головных научно-исследовательских организаций по планированию и сопровождению реализации государственных и федеральных целевых программ в части производственно-технологического развития ракетно-космической промышленности // НТЖ «Вестник «НПО «Техномаш». – 2018. – № 6. – С. 4–9.

Кондратенко Александр Николаевич – канд. техн. наук, эксперт ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8(495) 689-96-90. E-mail: A.Kondratenko@tmnpo.ru

Kondratenko Aleksandr Nikolaevich – Ph.D. in Engineering Sciences, Expert of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8(495) 689-96-90. E-mail: A.Kondratenko@tmnpo.ru

УДК 629.78.5

*Должанский Ю.М., Жарков Д.Е., Захаров М.А., Илингина А.В.,
Кузин А.И., Петров М.С., Пушкарев С.А.
Dolzhanskii Yu.M., Zharkov D.E., Zakharov M.A., Ilingina A.V.,
Kuzin A.I., Petrov M.S., Pushkarev S.A.*

Космический аппарат нового поколения для дистанционного зондирования Земли

A Next-Generation Space Vehicle for Earth Remote Sensing

Представлены обсуждаемые производственно-технологические аспекты создания перспективного космического аппарата дистанционного зондирования Земли.

The discussed production and process aspects of the engineering of an advanced space vehicle for Earth remote sensing.

Ключевые слова: космический аппарат, силовой элемент конструкции, фитинг, намоточный станок, аддитивные технологии, 3D-принтер.

Keywords: space vehicle, load-bearing structural component, fitting, winding machine, additive technologies, 3D-printer.

Работы по созданию космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) осуществляются целым рядом предприятий ракетно-космической отрасли.

По всем проектным материалам КА ДЗЗ ФГУП «НПО «Техномаш» проводит технологическую экспертизу принимаемых решений по их созданию и промышленному производству. Основные результаты работы, проведенной в этом направлении, обсуждаются ниже.

Несущим элементом конструкции нового аппарата является его силовой каркас. На этапе эскизного проекта конструктивные элементы каркаса предложено выполнять сваркой из алюминиевых сплавов и соединять между собой на болтах.

Согласно заключению ФГУП «НПО «Техномаш» рационально здесь изготавливать

стержневые несущие элементы силового каркаса из полимерных композиционных материалов (стекло- и углепластиков) по типу, например, стержневых силовых каркасов крупногабаритных солнечных батарей современных КА АО «ИСС им. М.Ф. Решетнёва» [1], которые успешно производятся на специальном намоточном оборудовании ФГУП «НПО «Техномаш» (рис. 1, 2) [2, 3].

В настоящее время оснастка второй установки (рис. 2) обеспечивает изготовление только плоских деталей разной конфигурации (рис. 3). Однако конструкция станка позволяет выполнять намотку трёхмерных фитингов, для чего достаточно использовать вариант оправки, приведенной на рис. 4, и несколько доработать алгоритмы программного обеспечения системы управления намоткой.



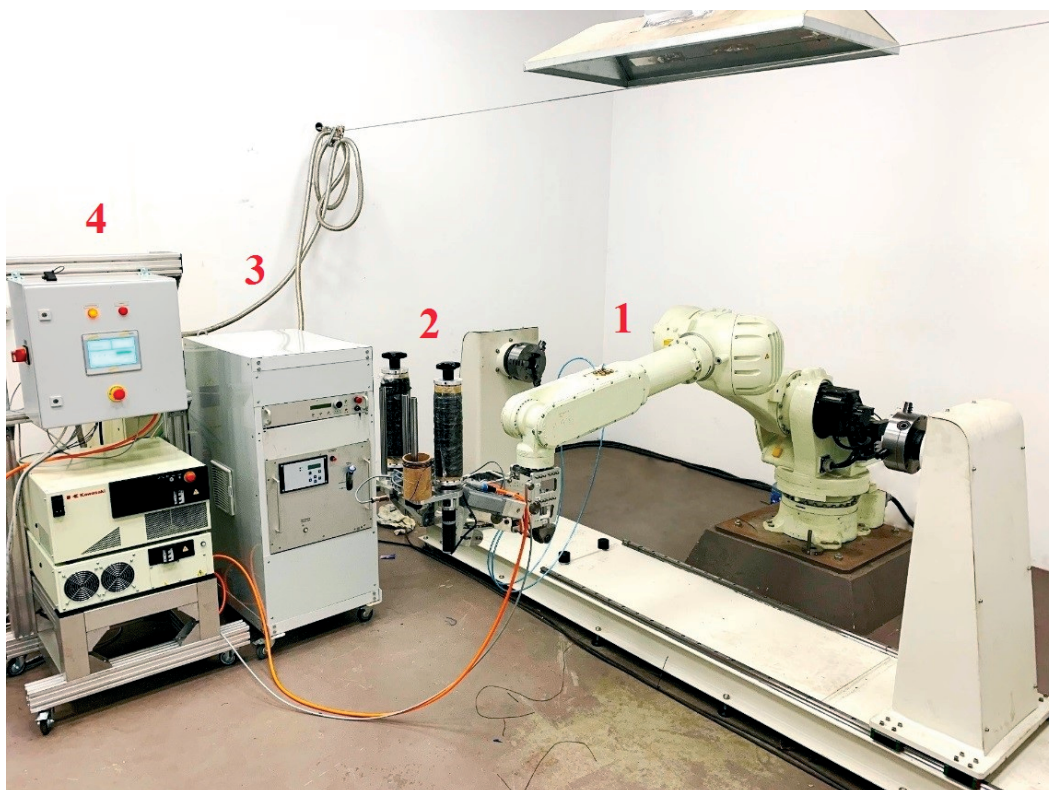


Рис. 1. Специальный намоточный станок ФГУП «НПО «Техномаш» для изготовления из ПКМ длинномерных стержневых конструкций:
1 – намоточный станок; 2 – шпулярник; 3 – шкаф системы управления;
4 – рабочее место оператора

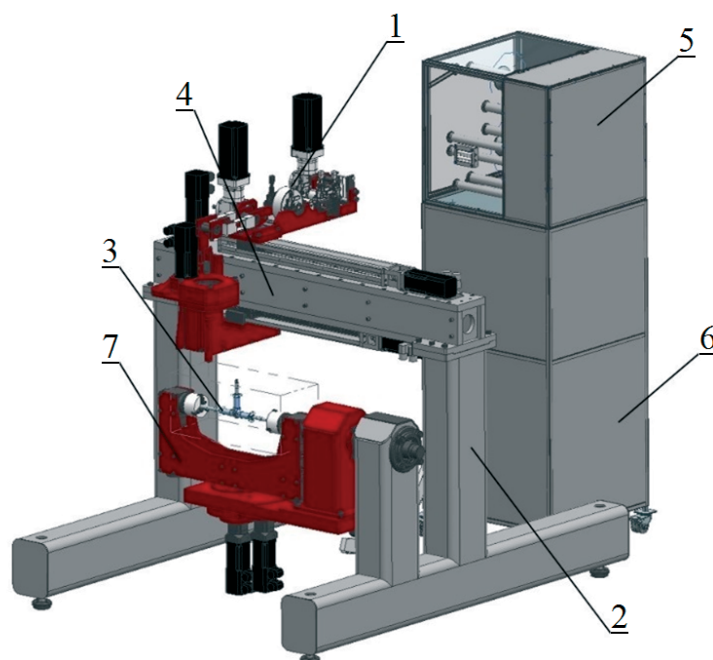


Рис. 2. Компоненка 3 D специального намоточного станка ФГУП «НПО «Техномаш» для намотки фитингов:
1 – тракт мокрой намотки (МН); 2 – станина; 3 – узел вращения оправки (УВО); 4 – манипулятор;
5 – шпулярник; 6 – шкаф системы управления процессом намотки; 7 – оснастка для намотки

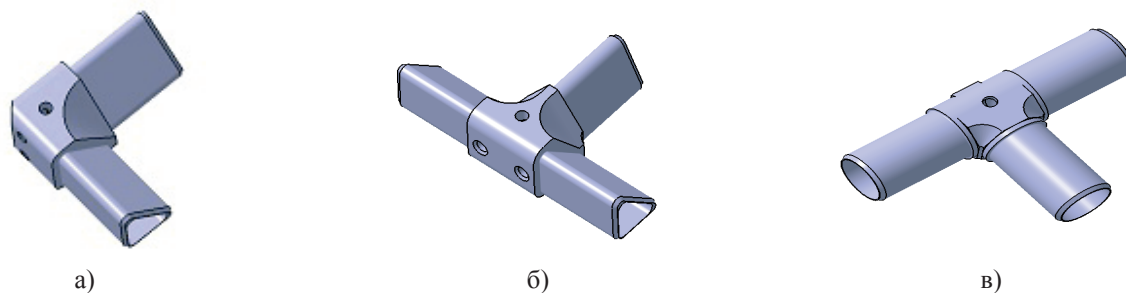


Рис. 3. Типовые формы плоских фитингов:
а) «уголок» треугольного сечения; б) и в) «тройники» треугольного и круглого сечений

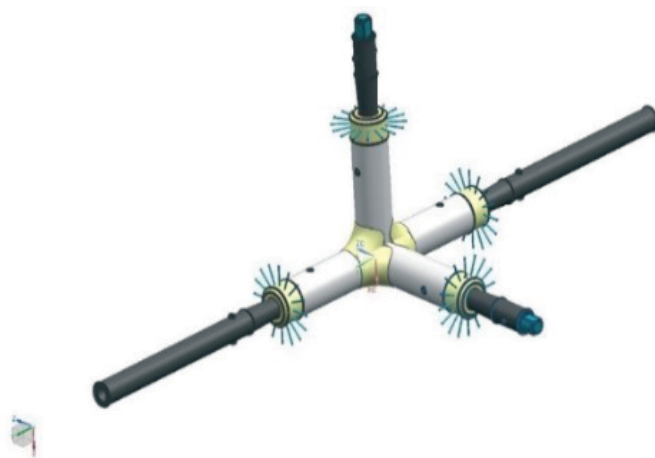


Рис. 4. Вариант оправки для намотки трехмерных фитингов

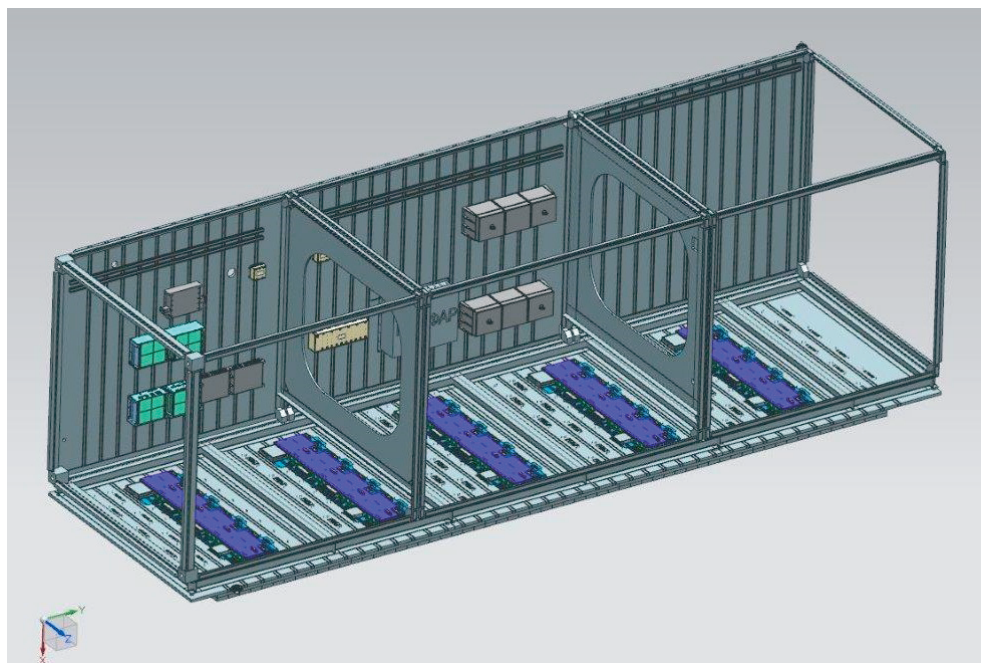


Рис. 5. Боковые панели силового каркаса с установленными на них приборами

К силовому каркасу КА крепятся боковые панели, на которых размещаются разного рода приборы (рис. 5). В документации эскизного проекта боковые

панели представляют собой алюминиевые сотовые конструкции с размещенными в них специальными закладными элементами для крепления на каркасе.





Более современной и перспективной стала бы технология аддитивной 3D печати панелей с точной разметкой и оформлением посадочных площадок под установку соответствующих приборов. Изготавливать их панели можно с использованием, например, разработанного во ФГУП «НПО «Техномаш» 3D принтера (рис. 6.) [4, 5], и технологии послойного наплавления.

В качестве рабочих материалов в 3D принтере предусмотрена возможность применять раз-

личные полимерные композиционные и другие перспективные конструкционные материалы и изготавливать панельные элементы конструкций габаритами до 3000x3000x100 мм.

Процесс послойного формирования деталей на 3D принтере управляется специальным программным обеспечением, одной из функций которого может быть упоминаемая выше разметка и оформление посадочных мест под установку приборного оборудования с требуемой точностью их позиционирования на панели.



Рис. 6. Опытный образец 3D принтера (ФГУП «НПО «Техномаш»)

Следует отметить, что использование печатных приборных панелей со стабильно точной разметкой посадочных мест под приборы позволит обеспечить требования к массо-центровочным характеристикам соответствующих эле-

ментов конструкции КА без дополнительной их балансировки для устранения дисбалансов.

Таким образом, предлагаемые технологические решения позволяют повысить эффективность разработки новых КА ДЗЗ.

Библиографический список

1. Должанский Ю.М., Захаров М.А., Илингина А.В., Кузин А.И., Пушкарёв С.А. Специальное технологическое оборудование для изготовления стекло- и углепластиковых элементов каркасов солнечных батарей космических аппаратов // Вестник «НПО «Техномаш». – 2021. – № 1. – С. 42–47.
2. Информационный паспорт № 260/20 – Намоточный станок для автоматизированного изготовления стекло- и угле-пластиковых профилей для каркасов солнечных батарей космических аппаратов // ФГУП «НПО «Техномаш», 2020. – ТМБД.П-1.226.
3. Информационный паспорт № 251/20 – Специальное технологическое оборудование для намотки фитингов для каркасов солнечных батарей космических аппаратов // ФГУП «НПО «Техномаш», 2020. – ТМБД.П-1.220.

4. Патент на полезную модель РФ № 173739 РФ, (51) МПК В41F 17/00 (2006.01) 3D принтер / Панов Д.В., Тельнов О.В., Астахов Ю.П. и др. (Россия); заявитель и патентообладатель ФГУП «НПО «Техномаш». № 2017117299; от 18.05.2017; опубл. 07.09.2017. Бюл. № 25.

5. Информационный паспорт № 246/18 – 3D-принтер для аддитивного производства крупногабаритных композитных конструкций методом послойного наплавления // ФГУП «НПО «Техномаш», 2018. – ТМБД. П-1.1.191.

Должанский Юрий Михайлович – докт. техн. наук, главный научный сотрудник ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-97-04, доб. 24-27. E-mail: Dolzhansky.Yu@tmnpo.ru
Dolzhanskii Iurii Mikhailovich – Doktor Nauk in Engineering, Principal Research Officer of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-97-04, ext. 24-27. E-mail: Dolzhansky.Yu@tmnpo.ru

Жарков Денис Евгеньевич – ведущий специалист ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-97-04, доб. 24-27. E-mail: D.Zharkov@tmnpo.ru
Zharkov Denis Evgenevich – Leading Specialist of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-97-04, ext. 24-27. E-mail: D.Zharkov@tmnpo.ru

Захаров Михаил Александрович – начальник отдела ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел. 8 (495) 689-96-38 доб. 97-17. E-mail: I.Zakharov@tm.fsa
Zakharov Mikhail Aleksandrovich – Department Head of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-96-38 ext. 97-17. E-mail: I.Zakharov@tm.fsa

Илингина Алла Валерьевна – директор центра ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-96-90. E-mail: a.ilingina@tmnpo.ru
Ilingina Alla Valerevna – Center Director of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-96-90. E-mail: a.ilingina@tmnpo.ru

Кузин Анатолий Иванович – докт. техн. наук, первый заместитель генерального директора ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.8 (495) 689-47-33, доб. 25-25. E-mail: A.Kuzin@tmnpo.ru
Kuzin Anatolii Ivanovich – Doktor Nauk in Engineering, First Deputy CEO of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-47-33 ext. 25-25. E-mail: A.Kuzin@tmnpo.ru

Петров Михаил Сергеевич – начальник отдела ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-96-17, доб. 26-21. E-mail: M.Petrov@tm.fsa
Petrov Mikhail Sergeevich – Department Head of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-96-17, ext. 26-21. E-mail: M.Petrov@tm.fsa

Пушкарев Сергей Алексеевич – начальник отделения ФГУП НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-96-66, доб. 96-66. E-mail: S.Pushkarev@tmnpo.ru
Pushkarev Sergei Alekseevich – Division Head of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-96-66, ext. 96-66. E-mail: S.Pushkarev@tmnpo.ru



УДК 658.562:004

Круглов И.А., Рябчиков П.В.
Kruglov I.A., Riabchikov P.V.

Элементы цифровизации производства для обеспечения контроля качества с применением фото- и видеofиксации

Manufacturing Digitalization Elements for Quality Assurance with Photo and Video Recording

Внедрение технологий, направленных на создание современной техники, требует выполнения задач по снижению влияния человеческого фактора, автоматизации процессов подготовки и управления производством (цифровизации производства).

The implementation of technologies aimed at engineering of state-of-the-art equipment requires carrying out of tasks to reduce the influence of the human factor, automation of manufacturing preparation and management processes (manufacturing digitalization).

Ключевые слова: фотодокумент, контроль качества с помощью фотодокументов, цифровизация производства, машинное зрение.

Keywords: photographic document, quality control with photographic documents, manufacturing digitalization, machine vision.

При организации производства изделий ракетно-космической техники (РКТ) для обеспечения качества выпускаемой продукции необходимо учитывать целый ряд внутренних факторов: технических, организационных, экономических и социально-психологических. При этом в настоящее время предприятиями ракетно-космической промышленности (РКП) проводятся работы по совершенствованию организационных процессов, направленные на минимизацию издержек и обеспечение качества при изготовлении изделий РКТ.

Одним из ключевых элементов, направленных на обеспечение контроля качества продукции, является цифровизация производства изделий РКТ в части введения фото- и видеofиксации операций. Выполняемые по технологическому процессу операции включают ряд последовательных действий, которые по своему назначению в производстве делятся на основные (технологические) и вспомогательные (контрольные, перемещающие).

Фото- и видеofиксация имеют важное значение для организации и контроля производ-

ственных процессов. Прежде всего, это большое мотивационное условие для исполнителя выполнить свою работу с максимальным качеством. Контрольный аппарат всегда может проверить выполнение операции.

Следующей по важности идет незаменимая помощь фото- и видеодокументирования в расследовании несоответствий. Также незаменима помощь данного метода в расследовании аварий и отказов. Например, при запуске ракеты-носителя (РН) «Протон-М» с разгонным блоком ДМ-03 и тремя космическими аппаратами (КА) «Глонасс-М» 2 июля 2013 года произошла авария (возгорание ракеты космического назначения (РКН) при выведении и ее последующее падение примерно в 2,5 км от стартового комплекса). Созданная аварийная комиссия установила, что причина аварии – неправильная установка при сборке РН «Протон-М» датчиков угловых скоростей по каналу рыскания. После данной аварии в РКП начался процесс внедрения инструментов фото- и видеоконтроля.

Применение автоматизированных систем визуального контроля с возможностью последую-

щего анализа полученных видеоизображений позволяет оперативно решать задачи по контролю качества продукции (проверка правильности выполнения операций: например, контроль выполнения операций комплектации изделия, сборки, точности и правильности выполняемых измерений) и исключения поставки бракованной продукции.

Машинное зрение – это технология, позволяющая при выполнении производственных операций осуществлять использование средств видеofиксации, устройств аналого-цифрового преобразования и цифровой обработки сигналов. При внедрении данной технологии в производстве важными характеристиками являются способность машины видеть в тусклом свете (чувствительность) и степень, с которой система может различать объекты (разрешение).

При производстве изделий РКТ для оптимизации производства и повышения производительности труда машинное зрение может быть использовано для следующего:

- контроля качества, технического контроля и дефектации изделий (проведение измерений, осмотр изделий на наличие дефектов, идентификация изделий и т.д.);

- обеспечения системы безопасности на производстве (идентификация персонала, пресечение попадания посторонних лиц в охраняемую зону предприятия, датчики движения для распознавания и отслеживания движущихся объектов и т.д.);

- автоматизации производственных процессов.

Машинное зрение является эффективным механизмом, обеспечивающим реализацию вышперечисленных задач.

По результатам анализа опыта использования аналогичных систем машинного зрения в промышленности установлено, что главной задачей, возложенной на систему машинного зрения, является контроль качества выпускаемой продукции (визуальный контроль в процессе выполнения операций и сравнение полученного изделия по результатам выполнения операции на соответствие эталонному образцу).

При разработке новых изделий РКТ, а также при проведении изменений в конструкторской документации (КД) на изготавливаемые изделия

организация-разработчик должна закладывать требования по фото- и видеодокументированию. В данном случае конструктор, определив критичный элемент конструкции, например, сборка которого с отступлениями от КД, может привести к отказу изделия (комплекса) в целом, вносит в КД требования о необходимости проведения фото- и видеодокументирования. Например: «Контроль установки датчиков поз. 4 и 8 подтвердить фотодокументированием. Фотодокумент хранить совместно с паспортом изделия».

Как правило, данная отметка вводится в технические требования чертежа, разделы технических условий, паспорта и формуляры, эксплуатационную документацию (журналы работ) и т.д.

Все процедуры проведения фото- и видеодокументирования должны быть регламентированы на уровне Госкорпорации «Роскосмос» или стандартами организации. Документирование с помощью фото- и видеосъемки должно осуществляться в соответствии с ГОСТ Р 51141-98 [1].

Фотодокументирование состояния элементов (объектов съемки) выполняется в целях решения задач:

1. Получение изображения объекта съемки (элемента, результатов сборки или испытаний) без последующего анализа. Анализ проводится только в случае отказа или неисправности.

2. Получение достоверного изображения объекта съемки (элемента) при выполнении контрольной операции с последующим сравнением с альбомом фотоэталонов.

3. Получение достоверного изображения с высоким разрешением, характеризующего состояние чистоты внутренних полостей объекта съемки (в том числе и с применением эндоскопа).

4. Получение достоверного изображения несоответствия (в целях использования в карте дефекта, приложении к карточке разрешения, акту комиссии).

Видеодокументирование состояния элементов (объектов съемки) выполняется для решения следующих задач:

1. Получение непрерывного видеоизображения контролируемого процесса. Назначается для контроля проведения операций (сборка, погрузка, транспортировка, испытания и пр.).



2. Получение непрерывного видеоизображения общего плана процесса производства (в т.ч. с целью контроля лиц, имеющих (не имеющих) право работы (доступа) с изделием).

3. Получение непрерывного видеоизображения процесса выполнения операций критичного технологического процесса, например, испытания изделий, измерения показаний датчиков, манометров и т.п.

В целях оказания предприятиям РКП методической помощи по внедрению фото- и видеодокументирования работниками ФГУП «НПО «Техномаш», в том числе авторами статьи, в 2019 году разработан и внедрен стандарт Госкорпорации «Роскосмос» СТО ГК «Роскосмос» 1001–2019 «Система стандартизации Госкорпорации «Роскосмос». Фото- и видеодокументирование процессов при изготовлении и эксплуатации изделий ракетно-космической техники. Основные требования» [2].

Фото- и видеодокументирование должно выполняться с помощью цифрового процесса, при этом ключевым критерием для оценки является оригинальность (подлинность) документа (представляемая информация должна быть выполнена без редактирования и монтажа).

По результатам проведения фото- и видеодокументирования информация заносится в журнал (в том числе рекомендуется электронная форма журнала).

Библиографический список

1. ГОСТ Р 7.0.8-2013 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения. – М.: Стандартинформ. 2019 – год. – 16 с.
2. СТО ГК «Роскосмос» 1001 – 2019. Система стандартизации Госкорпорации «Роскосмос». Фото- и видеодокументирование процессов при изготовлении и эксплуатации изделий ракетно-космической техники. Основные требования. – МО: Королев, АО «ЦНИИмаш». – 2020. – 36 с.
3. Бараев, А. В. Новые цифровые технологии контроля в производстве изделий РКТ / А.В. Бараев, А.В. Илингина, П.В. Рябчиков // Вестник «НПО «Техномаш». – М.: 2018. – С. 70–73.

Круглов Игорь Александрович – заместитель директора центра ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.
Тел.: 8(495) 689-95-94, доб. 23-09. E-mail: I.Kruglov@tmnpo.ru
Kruglov Igor Aleksandrovich – Deputy Center Director of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8(495) 689-95-94, ext. 23-09. E-mail: I.Kruglov@tmnpo.ru

Пример фотоконтроля выполнения операции контролки резьбовых соединений приведен на рис. 1.

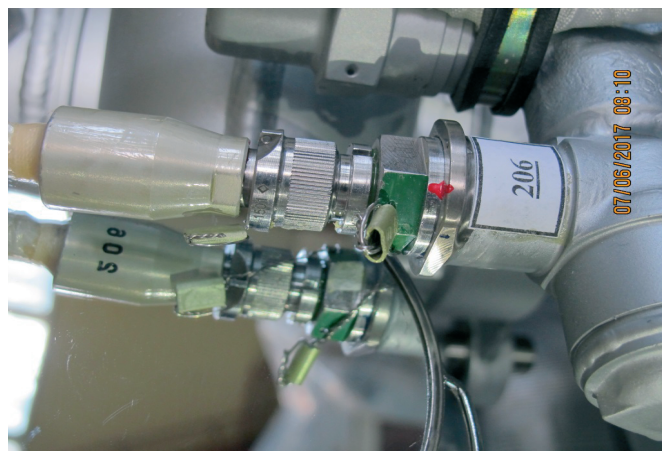


Рис. 1. Контролка резьбовых соединений

Внедрение в системы менеджмента качества новых нормативных документов по фото- и видеодокументированию (как нового вида объективного контроля выполнения операций) является важным и эффективным элементом цифровизации производства, направленным на обеспечение контроля качества продукции. Внедрение элементов цифровизации производства (машинного зрения) обеспечивает существенное улучшение показателей качества (коэффициентов качества труда и продукции) в организациях РКП.

Рябчиков Павел Вячеславович – директор центра ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.
Тел. 8 (495) 689-95-94, доб. 23-09. E-mail: p.ryabchikov@tmnpo.ru
Riabchikov Pavel Viacheslavovich – Center Director of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel. 8 (495) 689-95-94, ext. 23-09. E-mail: p.ryabchikov@tmnpo.ru

УДК 621.79:658.5.012.1

Омигов Б.И., Рябчиков П.В., Круглова Ю.В.
Omigov B.I, Riabchikov P.V., Kruglova Ju.V.

Нештатные ситуации, вызванные несоблюдением технологической дисциплины при выполнении сварных и паяных соединений

Contingencies Caused by Non-Compliance with Process Discipline During Welded and Brazed Joints Production

Статья посвящена актуальным проблемным вопросам (особенностям) технологического обеспечения качества сварных соединений в различных отраслях промышленности. Приведены примеры отказов и их последствий. Представлены направления работ по парированию рисков появления нештатных ситуаций по причине некачественно выполненных сварных и паяных соединений.

The article is devoted to topical problem areas (features) of process support of welded joints quality assurance in various industries. Examples of failures and their consequences are given. The areas of work on countering the risks of contingencies caused by poor-quality welded and brazed joints are given.

Ключевые слова: качество, сварка, аварии, технологическая дисциплина.

Keywords: quality, welding, emergency, process discipline.

Создание авиакосмической техники – серьезная инженерная задача. Наша цивилизация начала этот путь около 150 лет назад. Методы математического моделирования процессов получили своё развитие гораздо позже. Изначально – это был путь проб и ошибок. Однако эволюция техники идет экспоненциально, каждый новый образец техники содержит качественные изменения определяющих параметров. За счет математического моделирования и накопления опыта происходит минимизация нештатных ситуаций при отработке новой техники. Например, при летных испытаниях «бабушки» – самой эксплуатируемой во всем мире ракеты-носителя (РН) типа «Союз» – РН «Р-7», только пятый пуск признан частично успешным. В основном превалировали дефекты конструктивного характера. Всего в 1957–1959 годах проведено 30 испытательных пусков РН «Р-7» и ее модификаций. Из них девять – аварийные. Современная «цифровая» РН «Ангара» начала свои летные испытания без происшествий.

В авиационной и космической промышленности внедрено несколько сотен различных технологий. На заре становления ракетной про-

мышленности случались аварии не только из-за неотработки конструкции, но и из-за необработанности технологий или их несоблюдения.

Не избежала аварий и ракетно-космическая отрасль. Когда аварии происходят с РН, модификации которых осуществили по несколько сотен пусков, конструктивный дефект становится маловероятным.

В настоящее время производственными причинами аварийных ситуаций являются нарушения технологии изготовления, нарушения технологической дисциплины, а также связанный с этими нарушениями пресловутый «человеческий фактор». За последние 10 лет по причине некачественного (в т.ч. нестабильного) паяного соединения произошли две аварии. Принципиальное значение имеет задача исследования несоответствия [1].

В 2011 году РН «Союз-2.1б», стартовавшая с северного полигона Плесецк, не смогла выполнить задачу по выводу космического аппарата. Авария произошла из-за отказа двигателя третьей ступени. Причиной аварийной остановки двигателя стал отрыв паяного соединения сопла.



В 2016 году РН «Союз-У» с космодрома Байконур не смогла вывести на расчетную орбиту ТГК «Прогресс МС-04» из-за возгорания насоса двигателя третьей ступени в зоне паяного соединения.

С 2011 года всего произошло 19 аварий при пусках РН, т.е. более 10 % по технологическим причинам, связанным с пайкой [2]. В обоих случаях жертв среди персонала удалось избежать.

В декабре 2016 года при проведении очередных огневых испытаний двигателя второй ступени РН «Протон-М» выявлены замечания к паяному соединению. Детальный анализ показал применение в производстве припоя, не соответствующего конструкторской документации. В конкретном случае отозваны несколько десятков двигателей на доработку, что привело к срыву сроков исполнения ряда контрактных обязательств. Аварий удалось избежать.

Не только в ракетно-космической промышленности некачественные сварные и паяные соединения становятся причинами аварий. Приведем примеры [3]. Авария на подземном распределительном газопроводе высокого давления в поселке Пригородный Бийского района Алтайского края в 2014 году оставила население без тепла. Причина – многочисленные поры сварного шва при проведении ремонтных работ.

В 2015 году разгерметизация трубопровода «УП № 8» (раскрытая трещина по шву вдоль тела трубы длиной 4170 мм, ширина раскрытия до 550 мм) обеспечила выход нефтесодержащей жидкости на водную поверхность поймы протоки реки Чеускина (ХМАО). Причины – разрушение трубопровода по заводскому соединению, имеющему дефект сварки – частичное расплавление сварных кромок.

За океаном также бывают аварии по причинам некачественных сварных соединений [3]. Например, в 2008 году в Нью-Йорке упал башенный кран. Дефект обнаружен в сварном шве узла поворотной платформы крана. Узел отправлен на ремонт всего за несколько месяцев до катастрофы. Причиной падения крана стало разрушение ремонтного шва в поворотном узле вследствие значительных непроваров. В результате катастрофы обвалилась 60-метровая часть крана. Значительных жертв удалось избежать:

погибли два работника (один из них работал на этом кране, другой – попал под обломки крана при его падении).

Трагедия произошла в декабре 2004 года в городе Хьюстон (Техас) на фабрике Marcus Oil facility, которая занимается переработкой полиэтиленовых восков. На фабрике взорвался бак-хранилище. Сначала прогремел взрыв, затем начался сильный пожар, который удалось потушить только спустя 12 часов. Несколько жителей пострадали в результате ранения осколками, которые разлетелись более чем на 500 метров. Во многих окрестных домах и автомобилях вылетели стекла. В результате пожара практически полностью уничтожена фабрика. Незадолго до аварии бак прошел модернизацию, после которой требовалась герметизация бака путем приварки стальной пластины. Следствие выяснило, что ремонтные швы не соответствовали принятым стандартам качества. Владелец фабрики грубо нарушил технику безопасности, наняв неквалифицированного сварщика, который выполнил шов ненадлежащего качества (не выполнена подготовка кромок, поэтому произошел значительный непровар, а концентрация пор в шве превышала все разумные значения и требования стандартов). Также выяснено, что проверки после сварочных работ не проводились, бак сразу заполнили парафинами под давлением.

Все эти случаи произошли по причине ненадлежащего выполнения операций технологического процесса. Внесение изменений в организационный порядок работ также может привести к дефекту. В ряде случаев качество выполнения операций невозможно подтвердить имевшимися средствами неразрушающего контроля. Таким образом, на первое место в профилактике подобных нарушений выходит фактор квалификации исполнителя и службы качества предприятий. Сварщики и пайщики – это специалисты высочайшего класса. Их работа связана со многими вредными факторами. Квалифицированных сварщиков в отрасли не много. В целях парирования рисков влияния человеческого фактора целесообразно организовывать отдельные отраслевые программы обучения для сварщиков и пайщиков с применением мотивационных программ. Целесооб-

разно предусмотреть дополнительные технологические образцы для настройки, не менее двух-трех образцов на партию. Для снижения риска попадания посторонних частиц в шов рекомендуется уделять особое внимание контролю технологической дисциплины, в том числе промышленной чистоте и культуре производства. Сварочные участки должны быть отделены от участков подготовки сварных кромок.

Отдельный путь – автоматизация сварочных процессов и процессов неразрушающего контроля. Наличие контролера или военного представителя за спиной сварщика не обеспечит качество сварных соединений. Более продуктивно

обеспечение многоуровневого контроля сварных и паяных соединений. Современные средства акустического и ультразвукового контроля обеспечивают более точные результаты контроля по сравнению с предыдущими поколениями средств контроля. Не сдает свои позиции и рентген-контроль. Проверка снимков теперь осуществляется автоматизировано, что снижает риск пропуска дефекта. Томографическая дефектоскопия также развивается быстрыми темпами. Огромную роль имеет детальный анализ в случае выявления несоответствий и корректировка технологической документации для недопущения несоответствий в дальнейшем.

Библиографический список

1. Исследование и анализ аварий ракет-носителей, связанных с неисправностями работы двигательной установки и выявление её критичных мест. Завьялова М.И. Научный руководитель: Гончар А.Г. Гагаринские чтения–2020: Сборник тезисов докладов. – М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2020. – 1731 с. – ISBN 978-5-4465-2716-8.
2. Аварии и нештатные ситуации с космическими кораблями «Прогресс», электронное издание ТАСС. [Электронный ресурс]. [2016]. URL: <https://tass.ru/info/4493497>. (27.07.2021)
3. Шаповалов М.В., Ростовский А.М., Тулупов В.Н., Горбатенко Д.Н. Ответственность руководителя сварочных работ за качество сварных конструкций. – Информационно-справочный сборник. – 2017. – 17 с.
4. Самые большие катастрофы, спровоцированные неграмотной сваркой. Электронный журнал о сварке и плазменной резке Svarcom. [Электронный ресурс]. [2017]. URL: <https://blog.svarcom.net/statii/katastrofy-iz-za-svarki.html>. (27.07.2021)

Омигов Борис Иванович – канд. техн. наук, директор центра ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-95-61, доб. 23-69. E-mail: B.Omigov@tmnpo.ru
Omigov Boris Ivanovich – Ph.D. in Engineering Sciences, Center Director of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-95-61, ext. 23-69. E-mail B.Omigov@tmnpo.ru

Круглова Юлия Васильевна – специалист ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-95-55, доб. 95-55. E-mail: yuliya-frolova-1987@mail.ru
Kruglova Iulia Vasilevna – Specialist of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-95-55, ext. 95-55. E-mail: yuliya-frolova-1987@mail.ru

Рябчиков Павел Вячеславович – директор центра ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.
Тел.: 8 (495) 689-95-94, доб. 23-09. E-mail: p.ryabchikov@tmnpo.ru
Riabchikov Pavel Viacheslavovich – Center Director of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8 (495) 689-95-94, ext. 23-09. E-mail: p.ryabchikov@tmnpo.ru



УДК 658.51

*Лобанов А.В., Жуков В.В., Круглова Ю.В.
Lobanov A.V., Zhukov V.V., Kruglova Yu.V.*

Проблемные вопросы проведения входного контроля материалов и покупных (комплектующих) изделий

Problem Topics of the Incoming Inspection of Materials and Purchased (Components) Products

Статья посвящена проблемным вопросам проведения входного контроля материалов, полуфабрикатов и покупных (комплектующих) изделий: малого объёма закупаемой продукции, единичного характера закупки покупных изделий, документального оформления подтверждения соответствия на продукцию, закупаемую у поставщиков, не связанных с выполнением гособоронзаказа.

The article is devoted to the problem topics of the incoming inspection carrying out for the materials, semi-finished products and purchased products (component parts): a small volume of purchased products, a single nature purchase of purchased products, documentary confirmation of conformity for products purchased from suppliers not related to the implementation of the State Defense Order.

Ключевые слова: верификация, входной контроль, закупаемая продукция, материалы, полуфабрикаты, покупные (комплектующие) изделия.

Keywords: verification, incoming inspection, purchased products, materials, semi-finished products, purchased products (component parts).

Спецификой продукции ФГУП «НПО «Техномаш» (далее – Предприятие) является её производственно-техническое назначение. Определение продукции дано в ГОСТ 15.000-2016 «Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Основные положения»: «Продукция производственно-технического назначения – это продукция для использования в качестве средств промышленного и сельскохозяйственного производства». Особенностью производства подобного рода продукции является использование материалов, полуфабрикатов (П/Ф) и покупных (комплектующих) изделий (ПКИ) общепромышленного производства и назначения (далее – закупаемая продукция), в том числе импортного производства, составляющих значительную часть покупных изделий.

Приобретение закупаемой продукции осуществляется Предприятием в соответствии с Федеральным законом [1]. При этом к закупаемой продукции, если она не попадает под действие технических регламентов (ТР ТС) или

не входит в Перечни, утверждённые в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 01.12.2009 № 982 (далее – Перечни), могут не предъявляться требования, характерные для оборонной продукции, в части обязательного подтверждения соответствия.

Требования по порядку проведения входного контроля закупаемой продукции установлены в ГОСТ 24297–2013 «Верификация закупленной продукции. Основные положения» и ГОСТ РВ 0015–308–2017 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Входной контроль изделий. Основные положения».

ГОСТ 24297 устанавливает, что на верификацию представляют продукцию, принятую уполномоченным лицом поставщика, вместе с сопроводительной документацией, удостоверяющей ее качество (сертификатом, паспортом, удостоверением о качестве и т. д.), оформленной в установленном порядке.

ГОСТ РВ 0015–308 устанавливает, что одной из задач входного контроля является про-

верка наличия сопроводительной (эксплуатационной) документации на изделия (руководство по эксплуатации, формуляры, паспорта, этикетки, сертификаты и др.), установленной требованиями ГОСТ 2.610, ГОСТ РВ 0002–601, а также документов о качестве, предусмотренных нормативными правовыми актами Российской Федерации (заявления о соответствии оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, требованиям государственного заказчика государственного оборонного заказа согласно [2], документа о подтверждении соответствия требованиям технических регламентов согласно [3] и др.).

Федеральным законом [4] установлено, что обязательными требованиями наряду с требованиями технических регламентов являются требования, установленные государственными заказчиками, федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными в области обеспечения безопасности, обороны, внешней разведки, противодействия техническим разведкам и технической защиты информации, государственного управления использованием атомной энергии, государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии и (или) государственными контрактами (договорами). Однако поставщиками закупаемой продукции общепромышленного применения в большинстве случаев являются организации, не участвующие в выполнении государственного оборонного заказа, работающие на коммерческий рынок. И их продукция может не попадать под действие технических регламентов и не входить в Перечни, для продукции, на которую не имеется технических регламентов, но которая подлежит обязательному подтверждению соответствия.

Как следствие, от таких поставщиков закупаемая продукция может поступать на Предприятие без комплекта документации, подтверждающей соответствие. Это происходит по следующим причинам:

– поставщик является посредником, реализующим на территории Российской Федерации импортную продукцию, и у него отсутствуют подлинники документации изготовителя, подтверждающие соответствие;

– поставщик ссылается на положение Федерального закона [4] (статья 23), устанавливающее, что обязательное подтверждение соответствия проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие требованиям технического регламента, а, поскольку на поставляемую продукцию не распространяются требования технических регламентов, она не подлежит обязательному подтверждению соответствия;

– поставщик ссылается, что его продукция не включена в Перечни и не подлежит обязательному подтверждению соответствия.

В некоторых случаях из этой ситуации можно выйти, получив заключение от Всероссийского научно-исследовательского института стандартизации на перечень закупленных материалов, П/Ф и ПКИ, что указанная продукция не подлежит обязательному подтверждению соответствия. В большинстве случаев приходится искать согласованное решение, что поставщик предоставит документы по подтверждению соответствия.

Чтобы исключить подобные моменты, при заключении договоров на поставку материалов, П/Ф и ПКИ в конкурсную документацию и в их условия целесообразно включать требования по подтверждению соответствия поставляемой продукции в любом сочетании:

– наличие сертификатов соответствия или деклараций о соответствии на продукцию, на которую имеются ТР ТС или включённую в Перечни;

– наличие документов о добровольной сертификации продукции;

– наличие сопроводительной и/или эксплуатационной документации на продукцию (руководства по эксплуатации, формуляры, паспорта, этикетки, свидетельства о приёмке, свидетельства об утверждении типа и т.д.), установленной требованиями нормативной документации, с отметками служб технического контроля организаций-изготовителей о приёмке продукции;

– наличие документов, подтверждающих соответствие приобретаемой продукции установленным требованиям, заверенных соответствующими подписями и печатями, если продукция



(включая комплектующие изделия межотраслевого применения) приобретается у организаций-посредников, реализующих в т.ч. импортную продукцию.

Также в конкурсную документацию и в условия контрактов (договоров) на поставку продукции целесообразно включать требования о гарантийных обязательствах поставщиков на срок не менее одного года с момента установки ПКИ в продукцию Предприятия. Это необходимо, чтобы в процессе отработки продукции Предприятия и всего цикла её испытаний покупные изделия, входящие в её состав, находились в рамках гарантийных сроков.

Таким образом, если поставщик соглашается с условиями по подтверждению соответствия его продукции, установленными в конкурсной документации и в условиях договора на поставку, то требования по наличию документов о подтверждении соответствия будут являться легитимными.

Особую проблему представляют покупные изделия импортного производства. В Российской Федерации их реализуют либо официальные дилеры, либо посредники. Как правило, ни у дилеров, ни у посредников нет подлинников документов, подтверждающих качество продукции. И при этом также отсутствует техническая документация, в которой устанавливается порядок проверок и испытаний. Всё это создаёт дополнительные трудности при проведении процедуры входного контроля.

Необходимо отметить, что большую часть продукции Предприятия составляют изделия единичного (разового) изготовления. Соответственно, значительную часть покупных изделий составляют изделия, закупаемые разово, что создаёт особые трудности при проведении входного контроля, т.к. в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 0015–308 должны быть оборудованы рабочие места для проведения входного контроля. Создание рабочего места, его оснащение необходимым оборудованием, разработка технической документации на проведение контроля параметров закупаемой продукции для проведения единичной операции по проверке характеристик покупного изделия является невыгодным с экономической точки зрения.

В сложившихся условиях выполнение задачи по входному контролю разово закупаемой продукции целесообразно проводить по двум вариантам:

1. В соответствии с подпунктом 8.4.2.18 ОСТ 134-1028 с изм. 1 при проверке качества закупленной и поставленной продукции признавать результаты приемо-сдаточного контроля (испытаний) качества, проводимого поставщиком.

2. Включать в условия контрактов (договоров) на закупку продукции требования по проведению входного контроля на предприятиях-поставщиках, как это допускают ГОСТ 24297 и ГОСТ 0015–308.

Проведение входного контроля по первому варианту актуально для закупаемой продукции импортного производства, т.к. разработка инструкций по входному контролю и установление объёма проверок, порядка их проведения в большинстве случаев является затруднительным. Поскольку у организаций-посредников или официальных дилеров зарубежных фирм – изготовителей закупаемой продукции, как правило, отсутствует техническая документация на закупаемую продукцию, устанавливающая объёмы, порядок и последовательность проведения проверок при проведении оценки соответствия. И разработка инструкций по входному контролю с установлением объёма проверок становится практически нереализуемой.

По второму варианту входной контроль может быть организован, если закупаемая продукция поставляется непосредственно предприятием-изготовителем. В этом случае предприятие-поставщик информирует Предприятие о том, что закупаемая продукция изготовлена, прошла технический контроль и готова к предъявлению на входной контроль. На предприятие-поставщик направляются работники ОТК, которые проводят необходимые проверки в соответствии с техническими условиями (ТУ) на закупаемую продукцию (под ТУ понимаются технические условия, разработанные по ГОСТ 2.114–2016, и иная техническая документация, устанавливающая необходимый и достаточный объём проверок (испытаний) для подтверждения соответствия закупаемой продукции). После чего закупаемая продукция считается прошедшей вход-

ной контроль и отправляется на Предприятие в таре, опломбированной пломбами ОТК.

Проблемными являются вопросы входного контроля материалов отечественного производства, учитывая малые объёмы их закупок Предприятием. Как следствие, рабочее место, оборудованное, например, рентгенофлуоресцентным анализатором химического состава металлов и разрывной машиной для проверки механических свойств металлов, будет использоваться со значительными перерывами, до 2–3 месяцев и более. При этом стоимость разрывной машины превышает один миллион рублей, а рентгенофлуоресцентного анализатора – 2,5 миллиона рублей.

Выходом из такой ситуации может служить допускаемое ГОСТ РВ 0015–308 привлечение сторонних организаций, аккредитованных на право проведения соответствующих проверок и испытаний. Например, в I квартале 2021 года стоимость проведения анализа химического состава и механических свойств партии образцов не превышала 10 000 рублей. Таким образом, после проведения анализа объёмов закупок материалов Предприятием возможен выбор варианта проведения входного контроля с привлечением сторонних организаций, имеющих аккредитацию на право проведения анализа химического состава и механических свойств металлических и не металлических материалов.

Таким образом, можно сформулировать основные проблемные вопросы при проведении входного контроля закупаемой продукции:

- единичный (разовый) характер создаваемой продукции Предприятия, отсутствие усто-

явшегося производства, что предопределяет отсутствие устоявшейся номенклатуры закупаемой продукции;

- малые объёмы закупаемой продукции, что делает закупку и внедрение контрольно-проверочного и испытательного оборудования для проведения входного контроля экономически невыгодными, т.к. данное оборудование будет простаивать большую часть времени без использования по назначению;

- труднореализуемость создания рабочих мест для проведения входного контроля, т.к. рабочие места фактически будут разовыми вследствие единичного (разового) приобретения ПКИ для комплектации продукции Предприятия.

Следовательно, оптимальными методами проведения входного контроля в конкретных условиях деятельности Предприятия являются:

1. Признание результатов приемо-сдаточного контроля (испытаний) качества, проводимого поставщиком закупаемой продукции, подтвержденных документально – сертификатами соответствия или декларациями о соответствии, документами о добровольной сертификации, сопроводительной или эксплуатационной документацией с отметками служб технического контроля организаций-изготовителей о приёмке продукции или иной документацией, установленной действующими нормативно-техническими документами.

2. Проведение входного контроля на предприятиях-поставщиках в соответствии с условиями, установленными в конкурсной документации и контрактах (договорах) на поставку закупаемой продукции.

Библиографический список

1. О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц. Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ: принят Государственной Думой 08.07.2011: одобр. Советом Федерации 13.07.2011.

2. Об утверждении формы заявления о соответствии оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, требованиям государственного заказчика государственного оборонного заказа, порядка его заполнения и регистрации: приказ Министра обороны Российской Федерации от 16.01.2013 № 6.

3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ: принят Государственной Думой 04.07.2008: одобр. Советом Федерации 11.07.2008.

4. О техническом регулировании. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ: принят Государственной Думой 15.12.2002: одобр. Советом Федерации 18.12.2002.





Лобанов Андрей Владимирович – главный специалист ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.

Тел. 8(495) 689-95-36, доб. 97-08. E-mail: a.lobanov@tm.fsa

Lobanov Andrei Vladimirovich – Principal specialist of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.
Tel.: 8(495) 689-95-36, ext. 97-08. E-mail: a.lobanov@tm.fsa

Жуков Владимир Владимирович – руководитель направления ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.

Тел.: 8(495) 689-95-94, доб. 23-93. E-mail:

V.Zhukov@tmnp.ru

Zhukov Vladimir Vladimirovich – Area Head of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.

Tel.: 8(495) 689-95-94, ext. 23-93. E-mail: V.Zhukov@tmnp.ru

Круглова Юлия Васильевна – специалист ФГУП «НПО «Техномаш» имени С.А. Афанасьева.

Тел.: 8(495) 689-95-55, доб. 95-55. E-mail: yuliya-frolova-1987@mail.ru

Kruglova Iulia Vasilevna – Specialist of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.

Tel.: 8(495) 689-95-55, ext. 95-55. E-mail: yuliya-frolova-1987@mail.ru

УДК 338.33

Зобов Ю.А., Синьковский Ф.К.
Zobov Yu.A., Sinkovskii F.K.

Актуальные вопросы диверсификации производства предприятий оборонно-промышленного комплекса и конкуренции на рынках продукции гражданского назначения

Relevant Topics of Manufacturing Diversification of the Military-Industrial Complex Enterprises and Competition in the Markets of Civilian Products

Рассмотрены проблемы диверсификации производства предприятий оборонно-промышленного комплекса, вопросы организации маркетинга и продаж продукции гражданского назначения, подходы к решению вопросов внутренней конкуренции на примере зарубежных станкостроительных и инструментальных компаний. Сформулированы задачи построения единой системы управления маркетингом, разработкой и сбытом продукции гражданского назначения как элемента системы управления диверсификацией производства предприятий оборонно-промышленного комплекса в целом.

The problems of manufacturing diversification of the Military-Industrial Complex enterprises, marketing and sales of civilian products arrangement topics, approaches to solving problems of internal competition on the example of foreign machine-tool and tool companies are considered. The objectives of engineering a unified management system for marketing, development and sales of civilian products as an element of the management system for the manufacturing diversification of the Military-Industrial Complex enterprises as a whole are formulated.

Ключевые слова: диверсификация производства предприятий оборонно-промышленного комплекса, продукция гражданского назначения, маркетинг, продажи, внутренняя конкуренция.

Keywords: manufacturing diversification of the Military-Industrial Complex enterprises, civilian products, marketing, sales, internal competition.

Задача диверсификации – налаживание производства продукции гражданского назначения (ПГН) оборонно-промышленным комплексом (ОПК) для его устойчивого развития в условиях снижения государственного оборонного заказа (ГОЗ) – поставлена Президентом Российской Федерации в сентябре 2016 г. и однозначно сформулирована в декабре 2016 г. в Послании Президента Федеральному Собранию. К 2025 г. доля ПГН должна достичь не менее 30%, а уже к 2030 г. выпуск ПГН должен составить как минимум 50% всего производимого объема промышленной продукции [1].

Фактический объем ПГН по данным Министерства промышленности и торговли Российской Федерации в 2017 г. составил 17,1 %, в 2020 г. достигнут уровень 25,6% [2]. Тем не

менее, в ходе работы над поставленной задачей предприятия ОПК сталкиваются с рядом вопросов, усложняющих её выполнение и достижение установленных показателей [3, 4]:

– предприятия и интегрированные структуры ОПК используют разные подходы к вопросам диверсификации, ищут свои рыночные ниши самостоятельно, зачастую конкурируя друг с другом;

– существующие в настоящее время на предприятиях ОПК системы управления, производства, организации закупок, формирования цены, кооперации и логистики, созданные для выполнения ГОЗ, неэффективны в условиях рыночной конкуренции с частными предприятиями;

– в значительной части организаций ОПК отсутствуют необходимые компетенции в сфере раз-



работки, производства и сбыта ПГН, в целом недостаёт опыта работы в рыночных условиях и понимания потребностей потенциальных заказчиков;

– предприятия ОПК недостаточно конкурентоспособны на рынке труда и испытывают дефицит специалистов в области информационных технологий, маркетинга и продаж, высококвалифицированных инженеров и рабочих;

– снижается реальный объём ГОЗ, как следствие, сокращаются доступные предприятиям финансовые ресурсы;

– отсутствует отечественное производство целого ряда видов сырья, материалов и покупных комплектующих изделий, что приводит к зависимости предприятий от иностранных поставок в условиях нарастающего санкционного давления со стороны США и их геополитических союзников;

– излишняя «зарегулированность» нормативно-правового механизма, обеспечивающего передачу научно-технологических результатов, полученных в военной области, в гражданское производство.

Отдельно рассмотрим вопрос конкуренции. Помимо борьбы с отечественными и зарубежными производителями предприятия ОПК зачастую сталкиваются с ожесточенной внутренней конкуренцией, которая возникает на стадии разработки проектов диверсификации – на уровне государственных корпораций, интегрированных структур, отдельных предприятий, а зачастую и внутри предприятий – между различными подразделениями. Хотя конечный собственник у большинства предприятий один – государство, элиминации внутренней конкуренции в целях монополизации рынка, традиционной и логичной для частных корпораций, зачастую не происходит. Когда покупателями продукции гражданского назначения являются государственные структуры или муниципалитеты, для этого есть юридические и практические резоны, но и в других случаях, когда таких ограничений нет, «эффект масштаба» и синергетический эффект чаще всего не возникают. Для этого есть целый ряд причин:

– предприятия ОПК приучены системой «20+1» стремиться к концентрации разработки, производственных операций и изготовления комплектующих у себя, а не к кооперации [5];

– зачастую предприятия опираются на виды ПГН и производственную специализацию, которые сформировались ещё во времена конверсии или даже раньше, во времена плановой экономики, когда избыток и «задвоение» производственных мощностей создавался сознательно и доступный рынок был значительно больше, чем сейчас и закрыт для внешних производителей. Таким образом, у нас есть по несколько предприятий ОПК, выпускающих газоперекачивающие агрегаты, насосные агрегаты, лифты и даже трамвайные вагоны (рис. 1, 2);

– исторически большинство предприятий ОПК, выпускающих схожую продукцию, относятся к разным отраслям и работают в режиме «почтового ящика», что естественным образом мешает обмену информацией между ними;

– вновь разрабатываемые предприятиями и отдельными подразделениями проекты диверсификации производства нередко конкурируют не за долю рынка, а за поддержку на уровне интегрированных структур, государственных корпораций и министерств, т.е. не за деньги потребителя, а за внимание руководства и инвестиции. В результате многие проекты остаются в формате презентаций и не доходят до стадии первых продаж и тестирования маркетинговых гипотез;

– отсутствие опыта маркетинговых исследований в сочетании с высокой себестоимостью продукции приводит к тому, что предприятия, видя положительные примеры освоения новых видов ПГН со стороны коллег по ОПК, начинают пытаться повторить их успех и «переделить» рынок при помощи ценовых или административных рычагов. При этом, например, массово налаживая сборку токарных и фрезерных станков с ЧПУ или концевого твердосплавного инструмента, они оставляют вне фокуса своего внимания целые секторы рынка, занятые иностранными производителями, такие как оборудование для металлургии и автоматические линии для пищевых производств;

– ключевой функцией в любом бизнесе являются продажи, а структуры, которые создаются для поддержки процессов диверсификации, чаще всего не берут на себя данную функцию, ограничиваясь сбором статистики, созданием каталогов и витрин ПГН, обучением и маркетингом, да и предприятия ОПК не всегда готовы им такие полномочия делегировать.

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

трамвайный вагон

Выбрано: 3

Отрасли применения

Регионы

Производители

Наличие фото

Доступные для закупки

Продукция российского происхождения (ПП РФ №719)

Расширенный поиск (1)

← 30.20.20.120 вагоны трамвайные пассажирские самоходные (моторные)

Сортировать: По дате По алфавиту

Колеса, мм: 1000, 1524

Диаметр колес, мм: 620, 706

База тележки, мм: 1720, 1942

Высота, мм: 1940, 3700

Ширина, мм: 2200, 2550

Длина, мм: 14700, 34700

Модель:

- 71-623
- 71-633
- 71-921
- 71-623-03
- 71-407
- 71-411
- 71-415
- 71-931AM
- 71-415P
- 71-623-02

Трамвайный вагон модели 71-631-02
АО "УКВЗ"
Челябинская область

Трамвайный вагон модели 71-415
АО "УРАЛТРАНСМАШ"
Свердловская область

Трамвайный вагон модели 71-633
АО "УКВЗ"
Челябинская область

Трамвайный вагон модели 71-409
АО "УРАЛТРАНСМАШ"
Свердловская область

Трамвайный вагон модели 71-415P
АО "УРАЛТРАНСМАШ"
Свердловская область

Трамвайный вагон модели 71-623
АО "УКВЗ"
Челябинская область

Трамвайный вагон модели 71-623-02
АО "УКВЗ"
Челябинская область

Трамвайный вагон модели 71-623-03
АО "УКВЗ"
Челябинская область

Рис. 1. Каталог продукции на сайте Государственной информационной системы промышленности <https://gisp.gov.ru/goods/#/>, поиск по словосочетанию «трамвайный вагон», сортировка по дате, дата обращения 16.08.2021

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

газоперекачивающий агрегат

Код по ОКГД2

Отрасли применения

Регионы

Производители

Наличие фото

Доступные для закупки

Продукция российского происхождения (ПП РФ №719)

Расширенный поиск (1)

Сортировать: По дате По алфавиту

Газоперекачивающий агрегат ГПА-4РМ
АО "ОДК-ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ"
Ярославская область

Газоперекачивающий агрегат ГПА-5,5
АО "ОДК-ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ"
Ярославская область

Газоперекачивающий агрегат ГПА-16
АО "ОДК-ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ"
Ярославская область

Газоперекачивающий агрегат ГПА-10РМ
АО "ОДК-ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ"
Ярославская область

Газоперекачивающий агрегат ГПА-Ц-25НК
АО "ОДК-ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ"
Ярославская область

Оборудование технологическое газоперекачивающих...
ПАО НПО "ИСКРА"
Пермский край

Оборудование технологическое газоперекачивающих...
ПАО НПО "ИСКРА"
Пермский край

Оборудование технологическое газоперекачивающих...
ПАО НПО "ИСКРА"
Пермский край

Система автоматического управления...
ФГУП "РЯЦ - ВНИИЭФ"
Нижегородская область

Оборудование технологическое газоперекачивающих...
ПАО НПО "ИСКРА"
Пермский край

В корзину

Рис. 2. Каталог продукции на сайте Государственной информационной системы промышленности <https://gisp.gov.ru/goods/#/>, поиск по словосочетанию «газоперекачивающий агрегат», дата обращения 16.08.2021

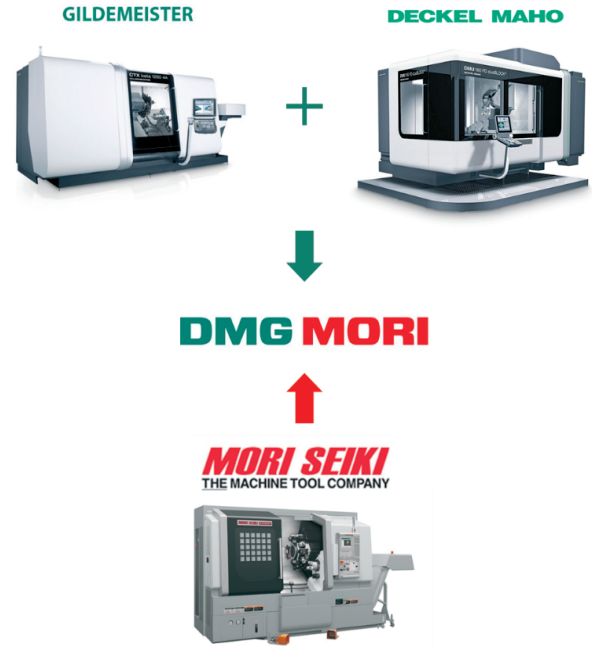
Коммерческие структуры вопросы снижения конкуренции и монополизации рынка решают различными способами – от сделок «слияний и поглощений» до соглашений по разделу рынка. Есть и более изощрённые способы: например, на рынке твердосплавного инструмента, где существуют несколько крупных вертикально интегрированных холдингов, в каждом из которых объединены предприятия, выпускающие схожую или абсолютно аналогичную продукцию под собственными брендами, вопрос внутренней конкуренции часто решается за счёт разведения брендов по разным ценовым нишам. Так, принадлежащие одному собственнику шведские компании Sandvik и Seco выпускают инструмент с высоким ресурсом работы и высокой стоимостью, чешский Pramet делает акцент на соотношении «цена-стойкость», а российская «Фирма АЛГ» выпускала качественный, но относительно недорогой инструмент для массового рынка обработки колёсных пар. При этом интересно ограничены возможности конкуренции между брендами – компания Pramet, принадлежащая Seco, не имела права напрямую конкурировать с «материнским» брендом, но при этом свободно могла конкурировать «через уровень владения» с инструментом Sandvik, то есть своего конечного бенефициара. По этой же схеме входящие в другой крупнейший мировой инструментальный холдинг IMC group производители инструмента занимают премиальный (израильский Iscar и японский Tungaloy) и средний (корейский Taegutec) ценовые сегменты (рис. 3).

Другим эффективным способом снижения внутренней конкуренции является выделение в продуктовом портфеле корпораций отдельных, но взаимодополняющих сегментов продуктов и ключевых компетенций – так, в той же IMC Group немецкая компания Ingersoll специализируется на сборном фрезерном инструменте, американская ToolFlo – на резьбовом инструменте для труб и муфт нефтегазового сортамента, а Iscar знаменита своим инструментом для отрезки и обработки канавок и пластинами для тяжёлого точения. При этом все эти активы целенаправленно приобретались

IMC Group для формирования максимально полного портфеля металлообрабатывающего инструмента, который мог бы удовлетворить любого покупателя, и расширения географии присутствия.

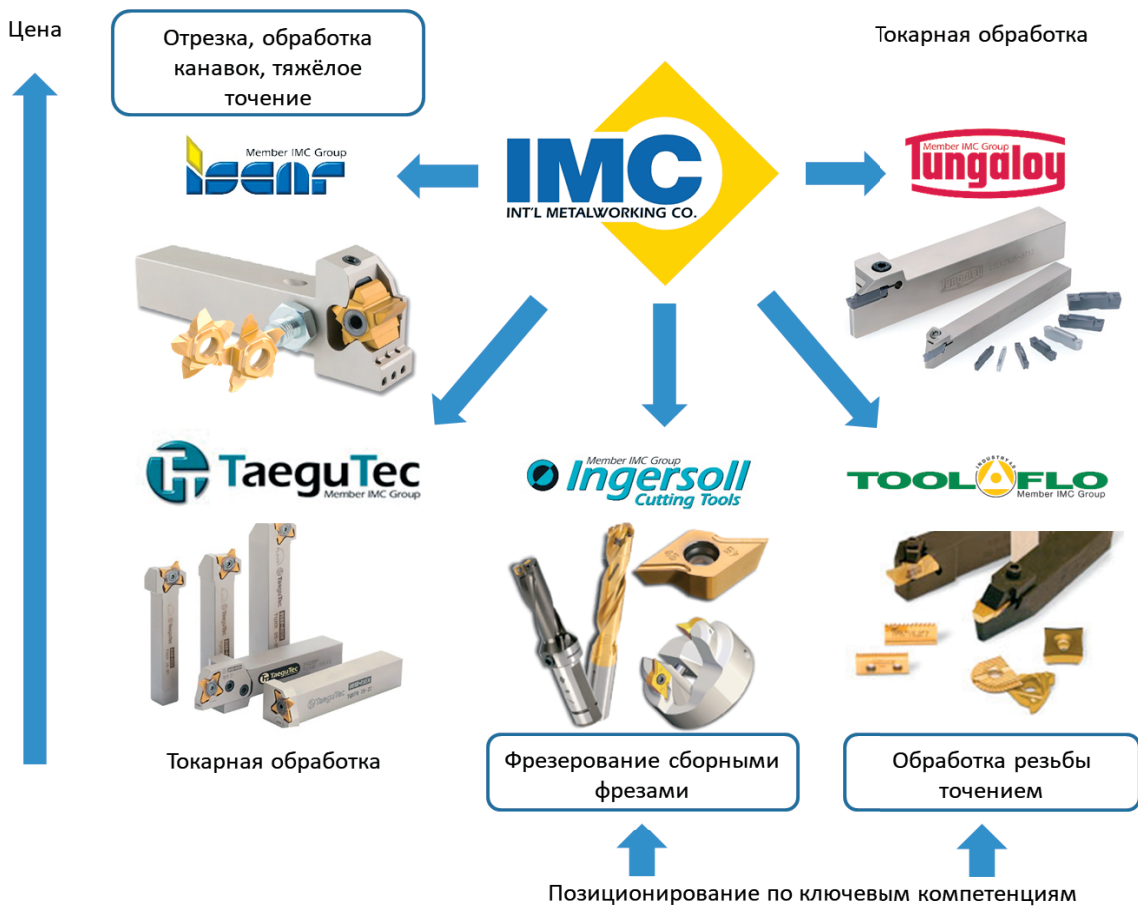
По аналогичной схеме происходят процессы консолидации на мировом рынке станкостроения, когда производители фрезерных станков объединяются с производителями токарного и токарно-фрезерного оборудования (слияние Deckel Maho Gildemeister и Mori Seiki). Объединение линеек станков, конструкторских, сбытовых и сервисных возможностей позволяет формировать комплексные предложения текущим и новым клиентам, разрабатывать новое оборудование и эффективно обслуживать уже поставленное, сокращать коммерческие расходы, так как отпадает необходимость содержать отдельные сбытовые и маркетинговые подразделения обоих брендов в каждой стране присутствия.

В продажах технически сложных продуктов, продуктов с длительным циклом продаж возможность использовать устоявшиеся связи с клиентами одной из компаний холдинга для облегчения входа к нему с продуктами другой становится мощным конкурентным преимуществом. Таким образом, основным трендом становится стремление максимально замкнуть клиента в своей экосистеме, обеспечить решение всех его производственных задач, связанных с обработкой, за счёт собственных ресурсов. Главной ценностью глобальных станкостроительных и инструментальных компаний становится прямой контакт с потребителем, его доверие и знание его потребностей. При этом иностранные собственники не стесняются переводить реальное физическое производство в те страны и на те предприятия, где это наиболее экономически для них выгодно. Так, например, Sandvik в своё время закрыл приобретённые им напрямую или через другие компании, производства российских производителей ООО «Фирма АЛГ» и Московского комбината твёрдых сплавов, чтобы полностью использовать эффект масштаба в производстве твердосплавных пластин.



а) позиционирование по цене и качеству

б) позиционирование по продукту / сегменту



в) смешанная схема – позиционирование по цене и по ключевым компетенциям

Рис. 3. Варианты элиминации внутренней конкуренции и «разведения» брендов по сегментам на примере зарубежных инструментальных и станкостроительных компаний

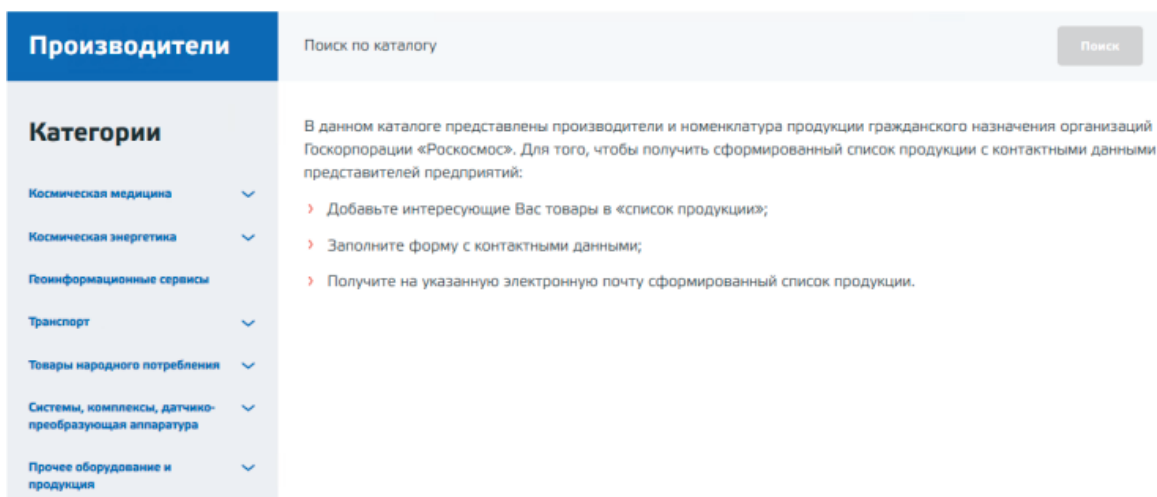




Чтобы предприятия ОПК могли эффективно конкурировать на рынке ПГН с глобальными мировыми игроками, необходимо найти решение, позволяющее использовать масштабные и синергетические эффекты от объединения продуктов и ресурсов предприятий. Каталоги ПГН предприятий ОПК должны готовиться не по отраслевому или перечневому принципу, как это часто происходит, не исходя из того, что выпускают отдельные предприятия или для отдельных отраслей, от медицины до добычи нефти и газа (рис. 4, 5) [6, 7]. Они должны разрабатываться в рамках единой стратегии и под конкретного потребителя – как максимально полный

ответ на его конкретные запросы. Например, в случае с медициной – закрывать все потребности главного врача больницы от отдельных комплектующих к аппаратам ИВЛ, лифтов, каталок и систем подачи газа до внедрения систем электронного документооборота и организации контроля доступа персонала в «красные зоны». Не обязательно все эти товары и услуги должны производиться и оказываться непосредственно предприятиями ОПК, но клиент должен получать их из «одного окна», и информация о его проблемах, запросах и проблемах должна оставаться в единой CRM-системе, доступной всем участникам кооперации.

Каталог продукции гражданского назначения



Космическая медицина

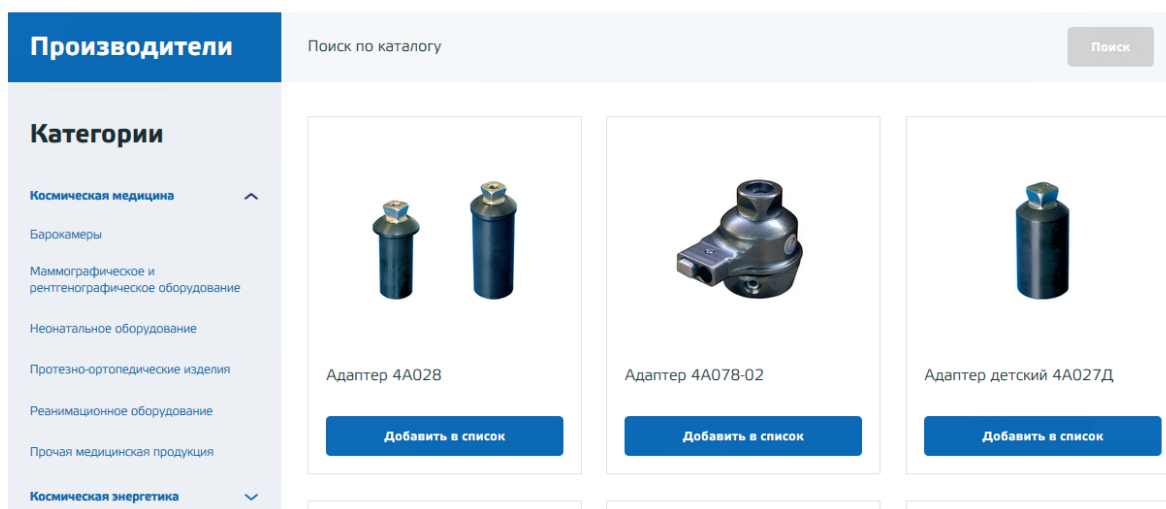


Рис. 4. Каталог продукции гражданского назначения на сайте АО «ОРКК»

**ОБОРУДОВАНИЕ И УСЛУГИ ДЛЯ ТЭК И ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** 7

- Геологоразведка и геофизика
- Горнодобывающая промышленность
- Автоматизация объектов ТЭК

**«ЧИСТЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ** 87

- Радиационная безопасность
- Системы очистки
- Транспортные упаковочные комплексы

**ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** 37

- Изотопная продукция
- Медицинские изделия, техника и оборудование
- Реакторные технологии

**ИССЛЕДОВАНИЯ, ИСПЫТАНИЯ, ИЗМЕРЕНИЯ** 105

- Проведение исследований
- Проведение испытаний и аттестация оборудования
- Средства измерения и метрология
- Средства неразрушающего контроля

**ОБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ** 67

- Горизонтально-расточные станки
- Фрезерные обрабатывающие центры
- Токарные станки
- Станки гидроабразивной и плазменной резки
- Электроэрозионные станки
- Шлифовальные станки
- Концевой режущий инструмент
- Прочее

**ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПРОДУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ** 143

- Трубопроводная арматура
- Специальные материалы и технологии
- Манипуляционная техника
- Лазерная техника
- Прочее



РАЗДЕЛ 6 ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕДИЦИНСКИЕ ИЗДЕЛИЯ, ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ**ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

- Наука и исследования
- Ядерная медицина

В НИИЭФА им. Д. В. Ефремова за последние годы разработано новое оборудование для ядерной медицины: циклотроны для наработки радионуклидов в центрах позитронно-эмиссионной томографии, а также для научных исследований, однофотонный гамма-томограф для диагностики, ускоритель электронов для проведения лучевой терапии в медицинских учреждениях онкологического профиля.

Всероссийский НИИ Автоматики более 50 лет разрабатывает генераторы нейтронов с запаянными ускорительными трубками. Особенностью этих генераторов является полная безопасность в выключенном состоянии, портативность и простота эксплуатации. Кроме ВНИИА, ни одна фирма, компания или страна не производит такого многообразия типов генераторов со столь широким спектром параметров и характеристик. Нейтронные генераторы, циклотроны, ускорители электронов, томографы поставляются как по России, так и за рубеж (Венгрия, Болгария, Куба, Египет, Финляндия, Северная Корея, страны бывшего СССР).

МЕДИЦИНСКИЕ ИЗДЕЛИЯ, ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ

**Гамма-терапевтический аппарат нового поколения АГАТ**

Аппарат АГАТ нового поколения — это логическое продолжение серии аппаратов для лучевой терапии, разработанных и производимых АО «НИИТФА». В аппарате учтены современные требования национальных и зарубежных стандартов, рекомендации международного медицинского онкологического сообщества, а также огромный опыт российских специалистов, полученный за несколько десятилетий применения методики контактного облучения.

Технические характеристики:

- аппарат предназначен для эксплуатации с источниками Co-60, Ir-192
- количество каналов — 25
- точность позиционирования источника: ± 1 мм
- 3D система планирования процедур облучения
- современный дизайн

Область применения:
медицина

Осипов Алексей Сергеевич
директор НПО развития технологий радиотерапии АО «НИИТФА»
(495) 730-80-10
kancelaria@niitfa.ru

**Генераторы нейтронов НГ-10 и НГ-10М**

Нейтронные генераторы с внешней системой вакуумной откачки, высоковольтные ускорители ионов дейтерия с металло-тритиевой или металло-дейтериевой мишенями.

Технические характеристики:**НЕЙТРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР НГ-10:**

- выход нейтронов в статическом режиме — 2·10¹⁰ нейтр./с
- ускоряющее напряжение — 120–150 кВ
- ток ускоренного пучка нейтронов на мишени — 300 мкА
- амплитудное значение тока импульсного пучка — 1000 мкА

НЕЙТРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР НГ-10М:

- выход нейтронов в статическом режиме 1·10¹¹ нейтр./с
- ускоряющее напряжение — 150 кВ
- ток ускоренного пучка нейтронов на мишени — 2 мА
- амплитудное значение тока импульсного пучка — 2 мА

Работают как в постоянном, так и в импульсном режимах.

Гавриш Юрий Николаевич
директор НТЦ «ЛУЦ» АО «НИИЭФА»
(812) 464-80-55
directorlut@uts.nilefa.spb.ru

Солнышков Дмитрий Адольфович
начальник лаборатории ДЛ-2 НТЦ «ЛУЦ» АО «НИИЭФА»
(812) 464-45-86
d-soin@uts.nilefa.spb.ru

Рис. 5. Каталог гражданской продукции организаций оборонно-промышленного комплекса Госкорпорации «Росатом»

Безусловно, отдельному предприятию или даже интегрированной структуре трудно сформировать такое предложение для какого-нибудь крупного потребителя, уровня региона или компании федераль-

ного масштаба. Для этого необходимо на уровне отдельных госкорпораций или ОПК в целом создать:

– систему управления маркетингом, разработкой и сбытом ПГН, стимулирующую пере-



ход от модели конкуренции предприятий ОПК между собой к модели сотрудничества и способствующую достижению синергетических эффектов;

– постоянно действующую и удобную для предприятий ОПК площадку для обмена опытом диверсификации производства, развития компетенций разработки, производства и сбыта ПГН, выстраивания кооперации;

– механизмы ускоренной переподготовки кадров и повышения конкурентоспособности предприятий ОПК на рынке труда с учётом кадровых потребностей предприятий, возникающих при переходе на выпуск ПГН.

Также эффективной стала бы сервисная система поддержки предприятий ОПК, включающая (по аналогии с реализуемыми «институтами развития» Российской Федерации мерами поддержки экспорта, малого и среднего предпринимательства и технологических стартапов):

– проведение маркетинговых исследований по заказу предприятий ОПК;

– отслеживание актуальных потребностей розничных, крупных частных и государственных потребителей, в том числе анализ закупок на электронных торговых площадках;

– консультационно-информационное сопровождение по техническим, экономическим и юридическим вопросам, возникающим при диверсификации ОПК.

Отдельно требует проработки возможность аутсорсинга процесса продаж – работы предприятий ОПК по агентским и комиссионерским договорам с профессиональными сбытовыми организациями.

Библиографический список

1. Перечень поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию (утв. Президентом РФ 5 декабря 2016 г. № Пр-2346). Президент России. [Электронный ресурс]. [2016]. URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/copy/53425> (дата обращения 16.08.2021).

2. Встреча с Заместителем Председателя Правительства Юрием Борисовым. Президент России. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/deliberations/66131> (дата обращения 16.08.2021).

3. Strategy Partners. Развитие продукции гражданского направления на предприятиях ОПК. – Екатеринбург, 2020. – 31 с.

4. Агентство промышленного развития Москвы. Диверсификация продукции оборонно-промышленного комплекса. – М., 2020. – 94 с.

Все эти элементы могут в дальнейшем стать частью единой системы управления диверсификацией производства предприятий ОПК – системы универсальных и тиражируемых подходов, стимулов и практик, типовых алгоритмов и комплексов мероприятий, способствующих быстрому созданию и выводу на рынок конкурентоспособной высокотехнологичной ПГН и учитывающих специфику предприятий и уровень их готовности к диверсификации производства.

Проект концепции такой системы в настоящее время разрабатывается рабочей группой Федерального кадрового резерва руководящего состава оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации под кураторством члена коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации Шпорта В.И. и готовится к представлению в коллегию Военно-промышленного комплекса для использования в практических целях.

Результаты работы могут быть использованы:

– органами государственного управления федерального и регионального уровня и институтами развития при разработке и реализации мер поддержки диверсификации предприятий ОПК;

– руководителями предприятий ОПК, интегрированных структур и государственных корпораций при разработке общих и функциональных стратегий развития, обосновании и принятии управленческих решений, направленных на организацию эффективного управления мероприятиями по диверсификации производства и др.;

– руководителями высших учебных заведений при корректировке программ подготовки специалистов для предприятий ОПК, а также руководителями научно-исследовательских организаций.

5. Ремизов М.В. Диверсификация ОПК: миссия выполнима. [Электронный ресурс]. [2018]. URL: <https://stimul.online/articles/analytics/diversifikatsiya-opk-missiya-vypolnima/> (дата обращения 16.08.2021).

6. Каталог продукции гражданского назначения. АО «ОРКК». [Электронный ресурс]. [2020]. URL: <https://www.rosorkk.ru/catalog/>, <https://www.rosorkk.ru/catalog/kosmicheskaya-medsina/> (дата обращения 16.08.2021).

7. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». Каталог гражданской продукции организаций оборонно-промышленного комплекса. Том II. – М., 2021. – 189 с.

Зобов Юрий Александрович – руководитель проекта группы подготовки отраслевой модели компетенций ФГУП «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева. Тел.: 8 (495) 689-95-33 доб. 23-66. E-mail: Yu.Zobov@tmnp.ru.

Zobov Iurii Aleksandrovich – Project Manager of the Group for the Preparation of an Industry-Specific Competency Model of FSUE «NPO «Technomac» named after S.A. Afanasev.

Tel.: 8 (495) 689-95-33 ext. 23-66. E-mail: Yu.Zobov@tmnp.ru.

Синьковский Фёдор Константинович – канд. техн. наук, заместитель директора – главный конструктор отраслевого центра крупногабаритных трансформируемых механических систем АО «ИСС».

Тел.: 8 (3919) 76-46-21. E-mail: sfk@iss-reshetnev.ru

Sinkovskii Fedor Konstantinovich – Ph.D. in Engineering Sciences, Deputy Director – Chief Designer of the Industry Center for Large-Scale Transformable Mechanical Systems of JSC «ISS».

Tel.: 8 (3919) 76-46-21. E-mail: sfk@iss-reshetnev.ru

