электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

 # 06, июнь 2016

УДК 621.01

Обеспечение контрольно-диагностических операций с учётом достижения технико-экономических показателей

***Самсонов К.С.**, студент*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»

***Севрюкова А.В.**, студентка*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»

***Полуянова Е.В.**, студентка*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»

***Ширшов Я.Н.**, специалист ЦГИ МГУ*
Россия, 119991, г. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова
Центр гидрофизических исследований физического

Научный руководитель: Барзов А.А., д.т.н, профессор
Россия, 119991, г. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»
cm12@sm.bmstu.ru

Введение

При разработке новых технологических решений необходимо планировать мероприятия, обеспечивающие контроль как самого процессии изготовления, так и готовой продукции. Существует широкий арсенал средств, инструментов и диагностических методик, которые могут быть адаптированы для соответствующей научно-технической задачи. Но, вместе с тем, следует учитывать такие параметры, сопровождающие процедуру контроля и диагностики, как себестоимость, временные затраты, трудоёмкость, достоверность получаемых результатов, точность измерений и другие. Решая задачи планирования и создания новых композитных конструкционных керамических (ККК) наномодифицированных материалов возникли вопросы выбора методов диагностики, которые были бы эффективны на этапе технологической подготовки производства. Проводимая на кафедре СМ-12 МГТУ им. Н.Э. Баумана и Физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова работа по созданию инновационных

образцов композиционной конструкционной керамики потребовала обеспечения их контрольно-диагностических операций с учётом достижения рациональных технико-экономических показателей.

Важнейшим резервом обеспечения качества изделия на эксплуатационно-технологических этапах его жизненного цикла (ЖЦ) является разработка и практическое применение технических инноваций (ТИ), связанных с совершенствованием контрольно-диагностических и испытательных (КДИ) операций [1]. Именно опережающее развитие ТИ данного профиля способно существенным образом повысить технический уровень изделий в ведущих отраслях промышленности. Это положение объясняется тем, что взаимосвязанная и весьма развитая система КДИ операций являются, по существу, функционально-результативным технологическим фильтром качества специальных объектов и изделий на ключевых этапах их ЖЦ [2].

В связи с вышеизложенным, проблема анализа и оптимизации структуры и содержания КДИ операций по технико-экономическим критериям весьма актуальна.

1. Постановка и обоснование проблемы проектирования оптимальной структуры управления качеством

Решение задачи повышения эффективности КДИ операций должно основываться на построении соответствующих математических моделей оценки их технико-экономического качества и, в случае необходимости, синтеза новых контрольно-диагностических и испытательных технологий, являющихся результатом фундаментальных исследований и прикладного использования перспективных ТИ [3, 4].

В проводимой совместной работе кафедр МГТУ им. Н.Э. Баумана и МГУ им. М.В. Ломоносова основное внимание уделяется двум взаимосвязанным аспектам комплексной проблемы повышения качества КДИ операций:

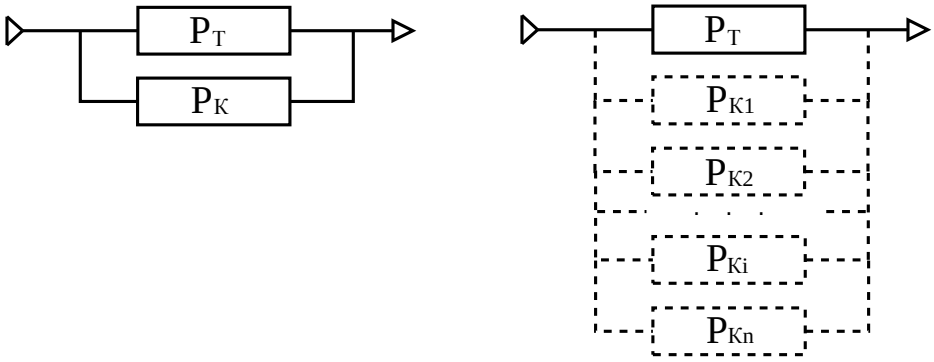
- развитию формализованных подходов к построению модели оптимизации структуры КДИ операций;
- анализу и синтезу функционально-инновационных тестовых физических воздействий, как одного из ключевых элементов получения контрольно-диагностической информации об исследуемом объекте, исходя из принципа подобия этого воздействия условиям его эксплуатации.

Поэтому полученные результаты могут повысить функциональную надёжность эксплуатационно-технологического этапа ЖЦ изделий ответственного назначения.

Ключевой проблемой обеспечения качества производственного этапа ЖЦ изделия из ККК является экономически обоснованный выбор метода или рациональной комбинации способов контроля, диагностики и/или испытаний, функционально входящих в маршрутно-операционную структуру технологии их изготовления. Следует заметить, что в настоящее время существует достаточное, но в то же время и ограниченное число методов, которые могут быть применимы для оценки качества ККК: статические испытания, ударные испытания, ультраструйная диагностика [3, 5], метод акустической эмиссии.

Поэтому построение модели анализа и оптимизации данной структуры по технико-экономическим критериям представляется весьма значимым элементом в построении общего подхода к созданию эффективной системы управления качеством различных объектов производства на всех этапах их ЖЦ [6, 7].

2. Сравнительный, технико-экономический анализ построения рациональной КДИ операции



а) б)

Рис. 1. Иллюстрация технико-экономической альтернативы построения рациональной КДИ операции, как фильтра качества объекта анализа

На рис. 1а показано применение одной высокоэффективной, но дорогостоящей КДИ операции. На рис. 1б использование нескольких КДИ операций меньшей разрешающей способности, но имеющих более низкие стоимостные параметры P_k по сравнению с первым вариантом.

На рисунке принято: P_T - вероятность выполнения части технологического маршрута или технологической операции без брака (вероятность безотказности технологического элемента); P_k - вероятность обнаружения брака на КДИ операции

(разрешающая способность фильтра качества); P_i - разрешающая способность i-й КДИ операции; $i=1,2…n$ - общее число КДИ операций по обеспечению требуемого техническим заданием уровня надёжности технологии $P_{ТЗ}$.

Схематично исследуемая альтернатива в оптимизации структуры КДИ операций сводится к следующему положению. При обязательном условии обеспечения требуемого техническим заданием уровня надёжности производственного этапа ЖЦ изделия обосновать с экономических позиций наиболее приемлемый вариант применения одной, как правило, дорогостоящей высоко технически результативной КДИ операции, основанной на соответствующем физическом процессе и/или явлении, или нескольких операций, имеющих более низкую разрешающую способность, но соответственно, существенно меньшую технологическую себестоимость. Для наглядности в графическом виде эта альтернатива, как два варианта структурной схемы надёжности, представлена на рис. 1. На данном рисунке представлены также основные принятые обозначения.

Исходя из известных правил определения безотказности функционирования элементов, объединённых структурной схемой, имеющей вид, представленный на рис. 1б можно записать:

$$P_{ТЗ} = 1 - (1 - P_T)\prod_{i=1}^{n}(1 - P_{ki}). \qquad (1)$$

Зависимость (1) связывает в единый вероятностный комплекс требуемую техническим заданием вероятность безотказного выполнения анализируемого производственного блока изготовления изделия $P_{ТЗ}$ с вероятностью качественного выполнения технологических P_T и КДИ операций - P_{ki}, где $i=1,2…n$ - их общее количество. Именно определение n - числа КДИ операций, функциональные возможности которых соответственно определяются P_{ki}, по критерию минимума себестоимости единой контрольно-технологической структуры типа представленной на рис.1б является задачей её анализа и оптимизации по технико-экономическим параметрам.

Сделаем два замечания.

В общем случае P_T в зависимости (1) может быть вероятностным итогом выполнения не одной, а нескольких технологических операций, и иных элементов технологического маршрута и т.п. функционально-структурных блоков, вплоть до целых этапов ЖЦ изделия. Это обстоятельство конкретизируется в постановке задачи анализа и технико-экономической оптимизации.

Фактически выражения в скобках в соотношении (1) представляют собой вероятности отказов: $q=(1-P)$ соответствующих элементов структурной схемы надёжности, типовой вариант которой представлен на рис. 1б.

Основное функционально-вероятностное соотношение (1) для технико-экономической конкретизации необходимо дополнить стоимостным выражением вида:

$$C = C_T + \sum_{i=1}^{n} C_{ki}\,, \tag{2}$$

где C - общая себестоимость контрольно-технологической структуры, описываемой соотношением (1) и представленной на рис 1б; C_T - технологическая себестоимость операции (операций) по изготовлению, формированию облика изделия, конструкции и/или иного объекта анализа; C_{ki} - технологическая себестоимость i -ой КДИ операции, причем: $i=1,2\ldots n$ - их общее число.

Очевидно, что формально решение поставленной оптимизационной задачи определяется из решения следующего уравнения:

$$\frac{\partial C}{\partial i} = 0 \rightarrow n_{opt}; \ldots \left(\frac{\partial^2 C}{\partial i^2}\right) < 0\,, \tag{3}$$

где C - целевая (оптимизационная) функция, а i - оптимизационно-варьируемый параметр; n_{opt} - экономически оптимальное количество КДИ операций.

Для численного решения (3) которое позволит обеспечить экономически рациональное проектирование и реализацию производственно-технического этапа ЖЦ различных ОА ответственного назначения, необходимо определение физически обусловленных функциональных взаимосвязей между разрешающей способностью (эффективностью) конкретной КДИ операцией и её технологической себестоимостью:

$$C_{ki} = f(P_{ki}) \text{ или } P_{ki} = F(C_{ki})\,, \tag{4}$$

где C_{ki} - технологическая себестоимость i -ой КДИ операции, имеющей вероятность безотказного функционирования P_{ki}.

Именно функциональная детализация массива соотношений типа физико-технологических возможностей конкретных КДИ операций, основанная на анализе (4), представляет собой научно-практическое ядро рассматриваемой оптимизационно-экономической задачи. Причём дополнив её постановку формально-аналогичными соотношениями вида:

$$C_{Tm} = f(P_{Tm}) \text{ или } P_{Tm} = F(C_{Tm})\,, \tag{5}$$

можно сформулировать обобщённую модель анализа и оптимизации не только совокупности КДИ операций, но и основных операционных технологий. Эти

технологические операции ($m=1,2…l$ - общее число рассматриваемых вариантов) характеризуются индивидуально-парными значениями их себестоимости C_{Tm} и вероятности безотказного функционирования (P_{Tm}).

Заключение

Таким образом, основной перспективой развития предлагаемого подхода к анализу и оптимизации системы обеспечения качества различных исследуемых объектов можно считать проблему совокупного исследования физико-технологических возможностей основных операций изготовления изделия и соответствующих им рациональных КДИ операций. В такой постановке данная проблема проектирования оптимальной структуры управления качеством продукции на всех этапах ЖЦ является весьма важным научно-прикладным элементом промышленной экономики в целом.

На следующем этапе исследований будет проведён анализ существующих методов диагностики ККК с позиций оценки их эффективности, возможности реализации, себестоимости и других параметров. Полученные результаты данной работы позволят использовать их для обеспечения контрольно-диагностических операций с учётом достижения наилучших технико-экономических показателей.

Список литературы

[1]. Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Хафизов М.В. Применение гибридной диагностики для оценки эксплуатационных свойств композиционной керамики // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2012. № 9. С. 65-69.

[2]. Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л., Моисеев В.А. Технико-экономическое обоснование выполнения контрольно-диагностических операций // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии 2015. № 1. С. 133-139.

[3]. Галиновский А.Л. Анализ инновационного потенциала ультраструйных технологий в оборонных отраслях промышленности // Оборонная техника. 2008. № 6. С. 54-59.

[4]. Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л., Шутеев В.А. Ультраструйная экспресс-диагностика материалов и изделий машиностроения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2011. № 123. С. 141-147.

[5]. Галиновский А.Л., Муляр С.Г., Судник Л.В. Технологические особенности создания конструкционной керамики с использованием наноразмерного порошка бемита и

возможности её ультраструйной диагностики // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. № 11. С. 64-69.

[6]. Судник Л.В., Галиновский А.Л., Колпаков В.И., Муляр С.Г., Абашин М.И., Проваторов А.С. Модернизация технологии оценки эксплуатационных динамических свойств композиционной конструкционной керамики путем использования гидроабразивной ультраструи // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 3 Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/701307.html (дата обращения 21.02.2016).

[7]. Галиновский А.Л., Кузнецов И.Е., Сайфутдинов Р.Р., Проваторов А.С. Перспективы реализации гидротехнологий для обработки и диагностики конструкционной керамики и композиционных эластомеров // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Новые материалы и технологии-НМТ» (Москва, 16-18 ноября 2010 г.). Т 2. М.: ИЦ МАТИ, 2010. С. 65.