

УДК 389.6:629.7.01

**Д. В. БАХТИЯРОВ, В. Ф. БИРУЛИН, С. М. СТЕПАНЕНКО, В. Г. ХАРЧЕНКО***ГП “Ивченко-Прогресс”, Запорожье, Украина*

## **ПРАКТИКА АДАПТАЦИИ СМК ОРГАНИЗАЦИИ РАЗРАБОТЧИКА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ К СТАНДАРТУ EN 9103**

*Рассматривается процесс назначения и управления ключевыми характеристиками, их выбор из множества параметров, устанавливаются владельцы ключевых характеристик, оговариваются их обязанности и ответственность. Приводятся примеры выбранных ключевых характеристик и модель процесса управления ими. Показано, что ключевые характеристики целесообразно назначать только в случае очевидной экономической выгоды от выполнения детали, сборочной единицы или процесса в условиях максимальной близости к номинальным значениям, а не просто в пределах установленных допусков.*

**Ключевые слова:** *система менеджмента качества, ключевые характеристики, назначение, процесс управления изменениями, стандарт EN 9103, владельцы ключевых характеристик.*

### **Введение**

Постоянное совершенствование системы менеджмента качества (СМК) – неотъемлемый процесс жизнедеятельности организации. Проектирование и изготовление авиационных двигателей и установок наземного применения, сборочных единиц и деталей к ним осуществляется в соответствии с нормативной документацией, предъявляющей требования к продукции и организации её производства. СМК обеспечивает удовлетворённость потребителей, улучшение качества, лётную годность, повышение ресурса и уменьшение затрат как при создании новых двигателей, так и при их серийном изготовлении, эксплуатации и ремонте.

В настоящее время в мировом авиастроении к СМК организаций, включая организации разработчиков авиационной техники (АТ), применяются требования разработанного и принятого Международной авиакосмической группой качества IAQG стандарта AS/EN/JISQ 9100 [1]. Эти требования основываются на международном стандарте по СМК ISO 9001 [2], дополнены специфическими требованиями, касающимися именно авиастроительной отрасли, и существенно жестче стандарта ISO 9001. Ряд требований в стандарте AS/EN/JISQ 9100 не свойственны практике проектирования, сложившейся в авиастроительной отрасли СНГ, и поэтому, дабы обеспечить соответствие действующих СМК предприятий сертификационным требованиям этого стандарта, приходится вводить в число процессов разработки АТ ряд новых процессов. В первую очередь это относится к требованию определять в конструкции и в техноло-

гических процессах так называемые ключевые характеристики и управлять их изменениями (в существующей практике разработки АТ в странах СНГ основное внимание уделяется определению и обеспечению надежной работы особо ответственных критических сборочных единиц и отдельных элементов конструкции).

### **1. Суть ключевых характеристик**

Согласно стандарту AS/EN/JISQ 9100 ключевая характеристика – это особенность материала, процесса, или конструкции (сборочной единицы), изменение (варьирование) которых в пределах указанных допустимых отклонений от номинального значения имеет существенное влияние на обеспечение пригодности изделия, характеристик его работы, обслуживание в процессе эксплуатации, или возможность изготовления.

Очевидно, что невозможно изготовить два абсолютно одинаковых изделия или осуществить два абсолютно одинаковых процесса. Различия или отклонения обязательно будут присутствовать, потому что в любом процессе и при производстве любого изделия существует множество причин появления таких различий. Но проблемой отклонения могут стать лишь тогда, когда они начнут превосходить ожидания заказчика. В таких ответственных изделиях, какими являются авиадвигатели, существуют характеристики, отклонения которых от номинальных значений в разных экземплярах двигателей могут стать причиной общей неудовлетворенности заказчика данным типом двигателя. Уменьшая возможные отклонения, сокращаем риск несоответст-

вий, возникающих при изготовлении, улучшаем легкость сборки, повышаем гарантию получения на двигателях заданных параметров и устойчивость их работы. Контроль процесса изготовления двигателей помогает выделить различные виды отклонений, количество возникающих отклонений и оценить насколько хорошо контролируемый процесс будет позволять получать конструкцию, удовлетворяющую потребностям заказчика [3].

Целью управления изменениями ключевых характеристик, влияющих на качество двигателей, является:

- обеспечение стабильности качества двигателя на всех этапах производства, эксплуатации и ремонта, поддержание соответствующей документации по отслеживанию изменений ключевых характеристик, элементов процесса производства (рабочее место, инструмент, оборудование, измерительный инструмент, квалификация персонала и др.) в надлежащем состоянии;

- анализ полученных результатов и планирование необходимых воздействий на конкретные причины обнаруживаемых несоответствий для их устранения.

Назначение ключевых характеристик осуществляется, если от заказчика поступит запрос на улучшение пригодности, качества функционирования, срока годности или технологичности изготовления, эксплуатации, ремонта двигателя в рамках созданной конфигурации, а также, если по собственной инициативе организацией будет принято решение о выполнении деталей, сборочных единиц или процессов так, что минимизация их изменений в пределах указанных допустимых отклонений от номинального значения приведет к значительному улучшению технологичности или потребительских свойств двигателя.

Управление ключевыми характеристиками – это деятельность, основанная на применении статистических или других действующих в организации методов к процессам управления. Принятие тех или иных решений по управлению изменениями ключевых характеристик должно основываться на результатах обработки и анализе данных об отклонениях контролируемых параметров.

В качестве ключевых характеристик назначаются параметры из числа:

- ответственных параметров (критических элементов), которые, согласно ОСТ 1 00450 [4], указаны в комплектах конструкторской документации каждого типа двигателя;

- паспортных ответственных параметров (критических элементов), обозначенных в чертежах деталей и сборочных единиц;

- специальных технологических процессов, указанных в соответствующей технологической документации.

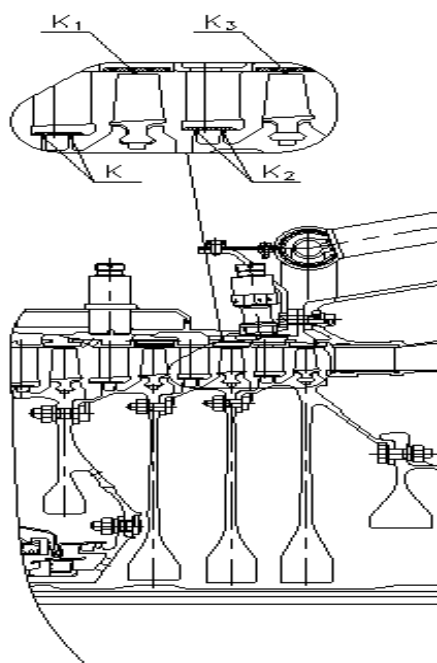
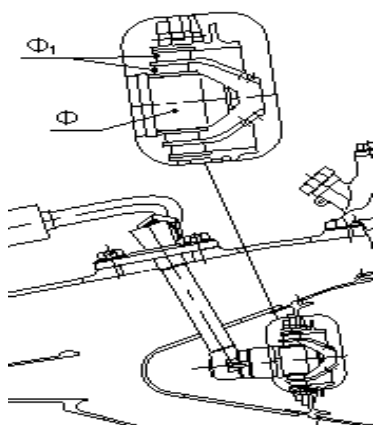
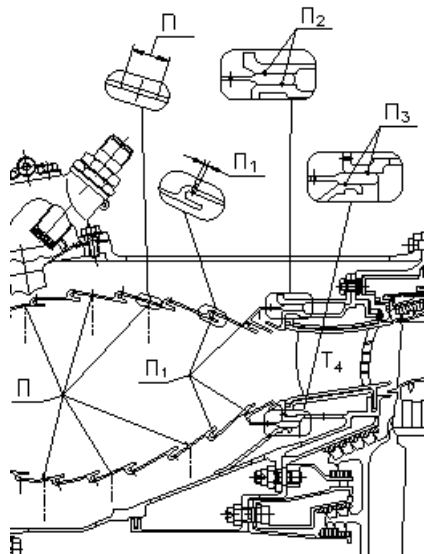
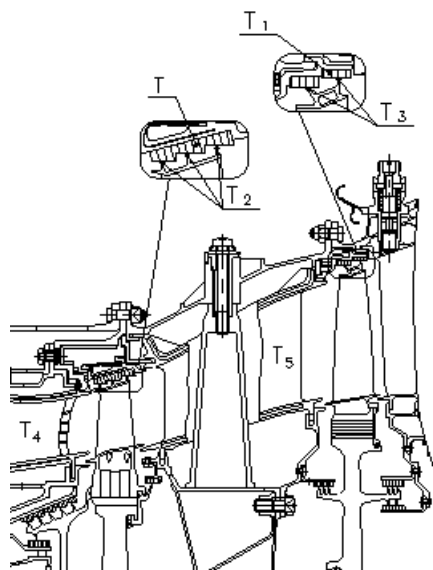
## 2. Назначение ключевых характеристик

Управление ключевыми характеристиками должно осуществляться в соответствии со стандартом EN 9103 [5]. Для того, чтобы назначить ключевые характеристики, прежде всего должно быть достигнуто понимание, а на какие рабочие характеристики двигателя будет существенно влиять изменение ключевых характеристик. К числу таких характеристик, например, могут быть отнесены температура газа и вибрации двигателя. В таблице 1 приведен ряд типовых конструктивных ключевых характеристик, влияющих на указанные параметры.

Таблица 1

Примеры ключевых характеристик

Рабочая характеристика, на которую влияет ключевая характеристика	Ключевые характеристики (элементы конструкции, для которых назначены ключевые характеристики, указаны на рис. 1 - 4)
Температура газа двигателя	Размеры сопрягаемых поверхностей и радиального зазора в местах К, К <sub>1</sub> , К <sub>2</sub> , К <sub>3</sub> , Т <sub>2</sub> , Т <sub>3</sub>
	Паяное соединение сотового уплотнения в проставках Т, Т <sub>1</sub> турбины газогенератора
	Зазоры в сочленении жаровой трубы с сопловым аппаратом турбины в местах П <sub>2</sub> , П <sub>3</sub> , определяемые размерами, формой и выработкой сопрягаемых посадочных колец
	Площадь наименьшего проходного сечения сопловых аппаратов Т <sub>4</sub> , Т <sub>5</sub> турбины
	Размеры воздухоподводящих каналов Ф <sub>1</sub> в завихрителях и воздухопроводящих отверстиях П, П <sub>1</sub> в кольцах жаровой трубы
	Секторная неравномерность топливных форсунок Ф – распределение топлива вокруг оси конуса распыла
Вибрации двигателя	Остаточный дисбаланс входящих в ротор деталей сборочных единиц
	Остаточный дисбаланс собранного ротора, величина и угловое расположение места максимального торцевого и радиального биения
	Величина углового расположения мест максимального торцевого и радиального биения при сборке двигателя

Рис. 1. Места: К, К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub>, К<sub>3</sub>Рис. 2. Места: Ф, Ф<sub>1</sub>Рис. 3. Места: П, П<sub>1</sub>, П<sub>2</sub>, П<sub>3</sub>Рис. 4. Места: Т, Т<sub>1</sub>, Т<sub>2</sub>, Т<sub>3</sub>, Т<sub>4</sub>, Т<sub>5</sub>

Для ключевой характеристики указываются:

- обозначение, наименование детали, сборочной единицы и требуемые для них значения ключевых характеристик;
- соответствующие требуемые значения ключевых характеристик для специальных технологических процессов, применяемых в производстве выше указанных деталей и сборочных единиц.

### 3. Владельцы ключевых характеристик

Владельцами ключевых характеристик и владельцами ключевых характеристик процесса, которые должны управлять всеми процессами, связанными с контролем изменений ключевых характеристик, целесообразно назначать руководителей проектов, начальников подразделений, а также ответственных специалистов по направлениям деятельности, связанной с созданием технической документации и опытного образца двигателя.

Владельцы ключевых характеристик и владельцы ключевых характеристик процесса ответственны за:

- рассмотрение и назначение ключевых характеристик;
- выполнение всех требований по управлению ключевыми характеристиками изготавливаемых двигателей;
- анализ данных по изменению соответствующих ключевых характеристик;
- разработку и внедрение мероприятий по результатам анализа данных изменений ключевых характеристик с учётом требований сегодняшнего дня и на перспективу.

#### 4. Процесс назначения и управления ключевыми характеристиками

Модель процесса по назначению и управлению ключевыми характеристиками должна включать следующую последовательность подпроцессов: назначение ключевых характеристик, планирование производственного процесса, разработка процесса получения данных, мониторинг процесса, анализ данных, совершенствование производственного процесса, управление изменениями процесса.

В случае совпадения процессов по назначению и (или) управлению ключевыми характеристиками, указанных в приведенной модели, с уже выполняемыми в организации процессами согласно стандарту ОСТ 1 00450, следует считать их аутентичными и действующими для управления изменениями ключевых характеристик процессов.

Владелец ключевых характеристик процесса должен обеспечить документально планирование, контроль, поддержание и совершенствование процесса управления изменениями соответствующей ключевой характеристики.

Тщательный контроль и анализ каждого процесса, в котором есть ключевые характеристики, должен проводиться с установленной в технологическом процессе периодичностью для определения источников их изменения с целью возможности управления ими.

При анализе изменений ключевых характеристик, в случае наличия изменений, не отвечающих допустимым значениям, необходимо выявить возможные причины отклонений с целью их устранения и обратить внимание на метрологические возможности средств измерений, после чего проверить результаты измерений.

Владельцы ключевых характеристик процесса должны проводить постоянный мониторинг изменений ключевых характеристик от заданных номинальных значений и осуществлять:

- определение причин изменений ключевой характеристики;
- рассмотрение контрольных технологических или контрольно-операционных карт для определения стабильности процесса;
- определение количества изготовленных деталей (в течение квартала, года или другого периода);
- повторение инспекций первой детали (или пяти деталей), сборочной единицы после корректировки процесса;
- проведение исследования основных причин нестабильности получения ключевой характеристики, документирование результатов исследования и оформление решения.

Анализ стабильности производственного процесса проводится в соответствии с требованиями ОСТ 1 00450 и с учетом стандарта EN 9103. По результатам собранной статистики и ее анализа, при необходимости, проводятся корректирующие мероприятия, гарантирующие стабильность получения заданного значения или необходимость вмешательства в производственный цикл.

Управление изменением процессов выполняется путём оформления в установленном в организации порядке изменений в конструкторской, технологической документации и документации СМК.

#### Выводы

Ключевые характеристики дают возможность усовершенствовать конструкцию или процесс через управление их изменениями. Но их применение в процессе создания нового типа авиационного двигателя должно быть экономически выгодным.

Совершенствование СМК при помощи процесса управления ключевыми характеристиками имеет смысл и экономическую выгоду только при условии верного определения и назначения ключевых характеристик, а также грамотного управления их изменений.

#### Литература

1. AS/EN/JISQ 9100 Quality Management Systems for Aerospace Industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sae.org/iaaq/publications/standards.htm>. – 12.06.2014.
2. ДСТУ ISO 9001-2009. Системи управління якістю. Вимоги. [Текст] (ISO 9001:2008, IDT) ; Чинний від 01.09.2009. – К. : Держстандарт України, 2001. – 32 с.
3. Бахтияров, Д. В. Управление изменениями ключевых характеристик сборочных единиц, деталей и процессов [Текст] / Д. В. Бахтияров, С. М. Степаненко, В. Г. Харченко // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2012. – № 8(95). – С. 219–222.
4. ОСТ 1 00450-82. Двигатели авиационные, вспомогательные силовые установки, выносные коробки привода агрегатов, редукторы и трансмиссии. Общие требования к изготовлению [Текст] ; введ. 01.07.1983. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 30 с.
5. CEN EN 9103 Aerospace series - Quality management systems - Variation management of key characteristics. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uk.ih.com/document/abstract/en9103.htm>. – 12.06.2014.

*Поступила в редакцию 12.06.2014, рассмотрена на редколлегии 17.06.2014*

**Рецензент:** д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой В. В. Погосов, Запорожский национальный технический университет, Запорожье.

### **ПРАКТИКА АДАПТАЦІЇ СМК ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗРОБНИКА АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ДО СТАНДАРТУ EN 9103**

*Д. В. Бахтіяров, В. Ф. Бірулін, С. М. Степаненко, В. Г. Харченко*

Розглядається процес призначення і управління ключовими характеристиками, їх вибір з безлічі параметрів, встановлюються власники ключових характеристик, обумовляються їх обов'язки і відповідальність. Наводяться приклади вибраних ключових характеристик і модель процесу управління ними. Показано, що ключові характеристики доцільно призначати тільки у разі очевидної економічної вигоди від виконання деталі, складальної одиниці або процесу в умовах максимальної близькості до номінальних значень, а не просто в межах встановлених допусків.

**Ключові слова:** система менеджменту якості, ключові характеристики, призначення, процес управління змінами, стандарт EN 9103, власники ключових характеристик.

### **PRACTICAL ASPECTS OF ADAPTING QMS OF AERONAUTICAL EQUIPMENT DEVELOPMENT ORGANIZATION TO EN 9103 STANDARD**

*D.V. Bahtiiarov, V.F. Birulin, S.M. Stepanenko, V.G. Kharchenko*

The process of assignment and management of key characteristics, their sampling from a variety of parameters is considered, the owners of key characteristics are set, their duties and responsibilities are specified. The examples of selected key characteristics and a model of their management process are provided. It is shown that it is reasonable to assign key characteristics only in case of obvious economic benefits from the implementation of a part, assembly unit or process in conditions as close as possible to the nominal values, and not just within the specified tolerances.

**Key words:** quality management system, key characteristics, assignment, modifications management process, EN 9103 standard, owners of key characteristics.

**Бахтіяров Дмитрій Владимирович** – инженер-конструктор 2 категории, государственное предприятие «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» им. акад. А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com.

**Бірулін Владимир Федорович** – ведущий конструктор, государственное предприятие «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» им. акад. А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com.

**Степаненко Сергей Михайлович** – канд. техн. наук, начальник отдела, государственное предприятие «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» им. акад. А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com.

**Харченко Виталий Григорьевич** – заместитель начальника НИО, государственное предприятие «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» им. акад. А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина, e-mail: v.harchenko@ivchenko-progress.com.