

УДК 389.6:629.7.01

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

## **УПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛЮЧЕВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ, ДЕТАЛЕЙ И ПРОЦЕССОВ**

*Рассматривается вопрос о сходстве и различиях традиционно определяемых критических конструктивных, технологических и эксплуатационных параметров и характеристик, используемых при создании и эксплуатации авиационных двигателей, а также «ключевых характеристик», согласно стандартам серии EN 9100. 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:** *ключевая характеристика, стандарт серии EN 9100, критический параметр, управление, процесс, удовлетворение заказчика, экономическая выгода.*

### **1. Постановка задачи данного исследования**

Для обеспечения качества создания авиационных двигателей в опытном, а затем в серийном производстве, а также для гарантирования надежной работы двигателей в эксплуатации различными нормативными документами устанавливаются особые требования к ответственным узлам и деталям, к особо ответственным операциям технологических процессов, к критическим эксплуатационным характеристикам. Сертификация систем менеджмента качества на соответствие стандартам серии ISO 9000 [1, 2] и стандартам аэрокосмической серии EN 9100 [3] предусматривает также выполнение на предприятиях работ с «ключевыми характеристиками» изделий авиационной техники и технологических процессов ее изготовления. Требования к организации системы управления «ключевыми характеристиками» содержатся в стандарте EN 9103 [4]. Целью данной статьи является анализ особенностей, по которым необходимо выделять «ключевые характеристики» и управлять ими в отличии от привычной работы с особо ответственными деталями и сборочными единицами, а также с критическими параметрами и характеристиками.

### **2. Анализ последних исследований и публикаций по данному вопросу**

Стандартами, авиационными правилами, общими техническими условиями, применяемыми в авиадвигателестроении, предписывается выделять и контролировать «основные детали», «особо ответст-

венные детали и сборочные единицы», «критические места конструкции», «критические конструктивные параметры», «директивные технологические процессы», «критические эксплуатационные характеристики» и так далее. Анализ модели процесса управления «ключевыми характеристиками», который состоит из нескольких этапов, начиная с процедуры определения «ключевых характеристик» и заканчивая мониторингом процесса производства, уже рассматривался авторами [5, 6]. Очевидно, что проведение работ по управлению «ключевыми характеристиками» требует дополнительных затрат, которые приведут к увеличению себестоимости двигателей, и эти работы целесообразно проводить, если это позволит повысить удовлетворенность заказчика, то есть приведет к реальному повышению качества продукции. В последнее время данной проблематике посвящается всё больше публикаций, в основном западных авторов, например [7]. Поэтому, для правильного понимания вопроса, прежде всего важно проанализировать в чем заключается сходство и различие между критическими характеристиками, которые давно и широко используются в авиадвигателестроении, и «ключевыми характеристиками», соответствующими стандарту EN 9103.

### **3. Роль управления «ключевыми характеристиками» в повышении качества выпускаемой продукции**

В соответствии со стандартами, применяемыми в авиадвигателестроительной отрасли стран СНГ, «критический конструктивный параметр» – это контролепригодный конструктивный параметр особо

ответственного элемента функциональной системы (конструкции, критического места), выбираемый как критический относительно возможностей технологического процесса для его реализации в соответствии с заданными требованиями; «критический технологический параметр» – контролепригодная количественная характеристика процесса изготовления особо ответственной детали (сборочной детали), определенным образом влияющая на реализацию неконтролепригодного конструктивного параметра; «критическая эксплуатационная характеристика» – контролепригодная эксплуатационная характеристика, выбираемая в качестве критической относительно возможностей процесса эксплуатации по ее выполнению. Все эти критические параметры и характеристики назначаются и контролируются для того, чтобы дать гарантию заказчику в том, что при соблюдении технических требований, в производстве и при эксплуатации двигателей не должно возникнуть ситуаций, способных повлиять на снижение их надежности и безопасности эксплуатации.

«Ключевая характеристика» – это особенность материала, процесса, или конструкции (сборочной единицы), 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, мы сокращаем риск несоответствий, 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. Как только мы узнаем, сколько существенных отклонений может быть и каковы причины этих от-

клонений, мы можем принять меры к сокращению этих причин и уменьшению диапазона отклонений. В этом заключается суть работы с «ключевыми характеристиками».

Управлять «ключевыми характеристиками» нужно для того, чтобы увеличить уверенность в том, что ожидания заказчика в части качества, надежности, обеспечения заявленных параметров двигателей будут гарантированно удовлетворены. Безусловно, в качестве «ключевых характеристик» нужно выбирать такие, улучшение которых максимально может повлиять на удовлетворенность потребностей заказчика. «Ключевые характеристики» – это особенности, которые существенно влияют на удовлетворенность потребностей заказчика, и которые могут возникать на всех уровнях создания двигателя: при проектировании, изготовлении деталей, сборке и при сдаточных испытаниях.

Примером, относящимся к разряду потенциальных «ключевых характеристик», может служить ситуация, возникающая при сборке изделий из деталей и узлов, изготовленных на разных предприятиях. Производство деталей и узлов может быть налажено так, что на одном предприятии преимущественно идет изготовление в зоне положительных допусков, а на другом предприятии – в зоне отрицательных допусков. Поэтому для обеспечения сборки и обеспечения необходимых параметров при дальнейшей эксплуатации изделия необходима специальная подгонка посадочных мест и дополнительная доработка. В данном случае, налаживание производства, при котором будет обеспечиваться изготовление деталей и узлов с размерами, наиболее близкими к номинальным значениям, даст существенную выгоду и есть смысл определить параметры, которые будут являться «ключевыми характеристиками», а затем осуществлять управление ими в соответствии с требованиями стандарта EN 9103.

«Ключевые характеристики» необходимо назначать только при твердой убежденности в том, что от управления ими будет получена существенная выгода. Фактически управление «ключевыми характеристиками» – это деятельность, основанная на применении статистических методов к процессам управления, и принятие тех или иных решений по управлению изменениями «ключевых характеристик» основывается на результатах статистической обработки данных о контролируемых параметрах. Когда решение о назначении «ключевых характеристик» принято, в силу вступает модель работы с ними, представленная в стандарте EN 9103 и включающая семь основных этапов, начиная с определения «ключевых характеристик» и заканчивая мониторингом выполнения процесса производства продукции.

На первом этапе необходимо определить и назначить полномочный компетентный персонал, который примет решение относительно выбора целесообразных «ключевых характеристик» и занесёт их в документацию по управлению процессом или эквивалентный документ.

Во время становления второго этапа модели необходимо разработать новую схему технологического процесса или пересмотреть существующую, определив ключевые элементы, влияющие на изменение «ключевых характеристик». Новая схема технологического процесса должна учитывать не только требования сегодняшнего дня, но и иметь возможность удовлетворить ожидаемые возможные будущие требования. Для определения источников изменения и потенциального риска, требуется назначить «владельцев ключевых характеристик», которые должны произвести тщательный анализ каждого процесса, относящегося к «ключевым характеристикам» и управлять этими рисками согласно разработанным планам.

Задачей третьего этапа является разработка процесса, который бы обеспечивал методологию сбора данных для обеспечения параметров процесса и конечных параметров продукции, относящихся к «ключевым характеристикам».

Собрав данные – происходит анализ для подтверждения того, является ли процесс стабильным. Это четвертый этап модели для управления изменением «ключевых характеристик». В зависимости от результатов разрабатываются мероприятия по повышению стабильности, по корректировке процессов с целью получения стабильного процесса. Все эти мероприятия обязательно документируются.

Пятый этап совершенствует производственные процессы и качество продукции в следствие изменяющихся запросов заказчика.

Для управления изменением «ключевых характеристик», согласно шестому этапу, производитель должен подтверждать воспроизводимость и контролируемость процесса, а также определять возможности его совершенствования.

Седьмой этап предполагает документирование производителем всех запланированных изменений (исходя из результатов шестого этапа) производственного процесса, а также выполнение требований с этапа 1 по этап 5 до внедрения любого запланированного изменения к одобренному производственному процессу, если это связано с контролируемыми «ключевыми характеристиками».

При проведении совершенствования процессов производства и верном управлении «ключевыми характеристиками» детали или сборочной единицы повышается уверенность в их свойствах, изменения которых имеют значительное влияние на конечный

продукт, пригодность, качество функционирования, срок годности и технологичность. Однако, проведение такого комплекса работ весьма затратно как в смысле трудовых так и материальных ресурсов.

«Ключевые характеристики» не должны бездумно отождествляться с критическими параметрами и характеристиками, которые призваны обеспечить заказчику гарантию надежной эксплуатации двигателей. Эти параметры и характеристики должны быть достигнуты безусловно для удовлетворения основных запросов заказчика к двигателю. «Ключевые характеристики» назначаются и управление их изменениями осуществляется, если установлена существенная выгода для заказчика от выполнения детали, сборочной единицы или процесса в условиях максимальной близости к номинальным значениям, а не просто в пределах установленных допусков.

Работы по назначению «ключевых характеристик» и по управлению их изменениями могут начинаться на предприятии по соответствующему запросу заказчика или по собственной инициативе, но только после серьезного экономического анализа выгоды, получаемой от такой деятельности. Возможно, что более экономически выгодным может оказаться изменение конструкции, введение дополнительных конструктивных особенностей, повышающих потребительские качества изделия, или изменение существующего технологического процесса.

## Выводы

Как критические характеристики и параметры, так и «ключевые характеристики» имеют свои специфические особенности и их не следует путать. «Ключевые характеристики» дают возможность усовершенствовать конструкцию или процесс через управление их изменениями. Но применение последних должно быть экономически выгодным.

## Литература

1. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001: 2008, IDT): ДСТУ ISO 9001-2009. – [Чинний від 2009-09-01]. – К: Держстандарт України, 2009. – VII, 26 с. – (Національний стандарт України).
2. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності (ISO 9004: 2000, IDT): ДСТУ ISO 9004-2001. – [Чинний від 2001-10-01]. – К: Держстандарт України, 2001. – VIII, 43 с. – (Національний стандарт України).
3. AS/EN 9100 Aerospace Management System. Quality Systems for Aerospace Model for Quality Assurance in Design, Development, Production, Installation and Servicing [Електронний ресурс]. – Режим доступу к ресурсу: <http://ts.nist.gov/Standards/Global/as9100.cfm>. – 14.05.2012 г.

4. CEN EN 9103 Aerospace series - Quality management systems - Variation management of key characteristics [Электронный ресурс]. - Режим доступа к ресурсу: <http://uk.ihc.com/document/abstract/en9103.htm>. - 14.05.2012 г.

5. Степаненко, С.М. К вопросу о работе с ключевыми характеристиками [Текст] / С.М. Степаненко, Л.И. Папченко, В.Г. Харченко // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. - 2008. - Вып. 8 (55). - С. 186 - 188.

6. Степаненко, С.М. Постоянное улучшение по стандарту ISO 9001 и управление ключевыми характеристиками по стандарту EN 9103 [Текст] / С.М. Степаненко, В.Г. Харченко // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. - 2009. - Вып. 4 (61). - С. 105 - 108.

7. Barker, G. Critical characteristics and key product characteristics (KC) [Text] / G. Barker // *The Aviation/ Space and Defense - Division newsletter FALL 2003. - Volume 35, Number 2. - P. 6 - 7.*

Поступила в редакцию 31.05.2012

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

#### УПРАВЛІННЯ ЗМІНАМИ КЛЮЧОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ, ДЕТАЛЕЙ І ПРОЦЕСІВ

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

Розглядається питання про схожість і відмінності критичних конструктивних, технологічних і експлуатаційних параметрів і характеристик, які традиційно визначаються і використовуються при створенні і експлуатації авіаційних двигунів, а також «ключових характеристик», згідно із стандартами серії EN 9100. 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:** ключова характеристика, стандарт серії EN 9100, критичний параметр, управління, процес, задоволення замовника, економічна вигода.

#### CONTROL OF VARIATIONS IN KEY CHARACTERISTICS OF ASSEMBLY UNITS, PARTS AND PROCESSES

*D.V. Bakhtiyarov, S.M. Stepanenko, V.G. Kharchenko*

A problem under consideration concerns a likeness and differences in critical constructive, technological and operational parameters and characteristics defined traditionally and used while designing and operating aero engines, and also "key characteristics" in accordance with the EN 9100 series standards. It is shown that the 'key characteristics' are advisable in a case of economical evidence benefited from manufacture of a part, assembly unit or process in the conditions of a maximum proximity to nominal values only, but not simply within the preset tolerances.

**Key words:** key characteristic, EN 9100 series standard, critical parameter, control, process, satisfaction of Customer, economical benefit.

**Бахтіяров Дмитрій Владимирович** – инженер-конструктор 3 категории государственного предприятия «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А.Г. Ивченко, Запорожье, Украина, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com.

**Степаненко Сергей Михайлович** – кандидат технических наук, начальник отдела государственного предприятия «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А.Г. Ивченко, Запорожье, Украина, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com.

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