

5. Адизес И. Управление жизненным циклом корпораций / Ицхак Калдерон Адизес / пер. с англ. В. Кузина. – М, Иванов и Фербер, 2014.-С. 512.;
6. Построение системы процессов в среде Business Studio // Система бизнес-моделирования Business Studio — описание, моделирование, оптимизация бизнес-процессов URL: https://www.businessstudio.ru/articles/article/postroenie_sistemy_protsestsovtov_v_srede_businesstss_stu/ (дата обращения: 25.11.2019);
7. Определение бизнес-процессов // Процессный подход к управлению организациями URL: <https://plansys.ru/process/business-process-definition> (дата обращения: 25.11.2019).
8. Модель деятельности. Верхний уровень модели деятельности // Оргструктура.Ру | Системы, структуры, процессы URL: <http://orgstructura.ru/activity-or-business-process-model> (дата обращения: 25.11.2019).
9. Официальный сайт АО "Группа Компания "СВЭЛ" // URL: <http://svel.ru/ru> (дата обращения: 25.11.2019).

Инна Гуминская, Юлия Малахова

Inna Guminskaya, Yulia Malakhova

**FMEA-АНАЛИЗ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОВЕРКИ
(КАЛИБРОВКИ) СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**

**FMEA-ANALYSIS IN THE IMPLEMENTATION OF THE PROCESS OF
VERIFICATION (CALIBRATION) OF MEASUREMENT MEASURES**

Сибирский государственный университет науки и технологий
им. академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск

Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

В данной статье рассмотрены актуальные вопросы применения риск-ориентированного подхода к процессу поверки (калибровки) на машиностроительном предприятии, а также приведены результаты FMEA-анализа при реализации процесса поверки (калибровки) линейно-угловых средств измерений.

This article discusses current issues of applying a risk-based approach to the verification process (calibration) at a machine-building enterprise, and also presents the results of an FMEA analysis when implementing the verification process (calibration) of linear-angular measuring instruments.

Ключевые слова: риск-ориентированный подход, FMEA-анализ, линейно-угловые средства измерения

Key words: risk-based approach, FMEA analysis, linear-angular measuring instruments.

Для обеспечения безусловной реализации установленных требований к созданию, производству и эксплуатации ракетно-космической техники (РКТ) необходимо совершенствовать действующую систему менеджмента качества (СМК) путем внедрения риск-ориентированного подхода в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 "Системы менеджмента качества. Требования». Это значит, что организации необходимо сначала идентифицировать и оценить риски, а затем разработать и внедрить мероприятия по их управлению.

Деятельность любого машиностроительного мероприятия связана с рисками, которые могут возникнуть на протяжении всего жизненного цикла. Ни одно машиностроительное предприятие не застраховано от возникновения рисков, таких, например, как простой оборудования, ошибки в технической документации, потери рабочего времени, отсутствие необходимого количества исходных материалов, повышенный процент брака производимой продукции, риск износа оборудования, отказ измерительного оборудования и получение недостоверных результатов измерений. Установление концепции риск-ориентированного мышления является новым требованием ГОСТ Р ИСО 9001-2015, поэтому работа направленная на разработку мероприятий по минимизации степени влияния риска и его устранению является актуальной [4].

В наукоемких производствах машиностроения, приборостроения, аэрокосмической, оборонной и других отраслей промышленности, основанных на высоких технологиях важно обеспечить принципиально новый уровень эксплуатационных показателей выпускаемых изделий. В таких отраслях производится большое количество деталей, геометрия которых обусловлена их функциональных назначением. Точность измерения некоторых из них достигает долей микрометра и может быть обеспечена стопроцентным инструментальным контролем. В связи с этим процесс калибровки/поверки средств измерений (СИ) имеет первостепенное значение.

Объектом исследования является процесс калибровки/поверки линейно-угловых средств измерений.

Целью данной работы является применение риск-ориентированного подхода к процессу «Поверка (калибровка) средств измерений» машиностроительного предприятия на основе FMEA-анализа.

Изначально методика FMEA- анализа была создана для военной промышленности, затем применялась в аэрокосмической и автомобильной промышленности и использовалась в основном для совершенствования технологических процессов. Впоследствии методика стала использоваться повсеместно. Сейчас данный вид анализа - одна из стандартных технологий, позволяющих анализировать качество изделий и процессов, выявлять дефекты, обуславливающие наибольший риск для потребителя, определять потенциальные причины и выбирать корректирующие мероприятия по их исправлению на стадии разработки и внедрения [1,3].

Проведение анализа по методу FMEA начинают с составления перечня потенциально возможных дефектов/несоответствий процесса. Для каждого дефекта/несоответствия определяют тяжесть и причины неблагоприятных последствий и определяют корректирующие действия по его устранению [1].

После подробного изучения в рассматриваемом процессе выделили четыре подпроцесса, корректность выполнения которых наиболее сильно влияет на качество процесса поверки (калибровки) линейно-угловых СИ в целом: 1) составление плана-графика поверки (калибровки); 2) подготовка рабочих эталонов и вспомогательных средств измерений; 3) проведение поверки (калибровки); 4) регистрация результатов поверки (калибровки) и оформление результатов.

Анализ этих подпроцессов выявил возможные виды несоответствий: 1) не утвержден график поверки (калибровки); 2) нарушение сроков подготовки план-графика поверки (калибровки); 3) отсутствие эталона для поверки (калибровки); 4) неподача СИ из подразделения в срок; 5) подача СИ в нерабочем состоянии; 6) использование не поверенного эталона 7) неисправность/отсутствие вспомогательного СИ или вещества; 8) условия окружающей среды не соответствуют установленным требованиям; 9) отсутствие рабочей инструкции; 10) не в срок зарегистрированы результаты поверки (калибровки); 11) неправильное оформление результатов поверки (калибровки).

На следующем этапе работы для каждого подпроцесса выявили основные риски, их причины и последствия.

Далее был проведен FMEA-анализ процесса «Поверка (калибровка) линейно-угловых средств измерений» с использованием 3-х показателей. Количественная оценка факторов S (значимость ошибки), O (вероятность возникновения ошибки) и D (вероятности обнаружения ошибки) была произведена по квалиметрическим шкалам, основанных на данных машиностроительного предприятия и литературном обзоре. Для квалифицированного определения вышеуказанных факторов была сформирована аналитическая группа, в состав которой вошли специалисты, компетентные в данной области профессиональной деятельности.

Приоритетное число риска (ПЧР) определялось по формуле:

$$\text{ПЧР} = S \cdot D \cdot O$$

Результаты работы при назначении числовых значений факторов O, D и S, а также вычисленные значения приоритетных чисел риска возможных отказов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты проведения FMEA-анализа процесса «Поверка (калибровка) линейно-угловых средств измерений»

Этапы процесса	Потенциальное несоответствие	Последствие потенциального несоответствия	Потенциальная причина или механизм несоответствия	S	D	O	ПЧР	Действующие меры
1. Составление плана-графика поверки (калибровки)	- не утвержден график поверки (калибровки); - нарушение сроков подготовки плана-графика	- невозможность проведения поверки (калибровки);	- недостаточная квалификация рабочих; - недостаточная мотивация рабочих; - недостаточная сосредоточенность и внимание рабочих.	3	2	4	24	Повысить квалификацию исполнителей
2. Подготовка рабочих эталонов	Отсутствие эталона для поверки (калибровки)	Невозможность проведения поверки (калибровки)	- сломано; - находится в поверке.	2	1	2	4	Найти эталон для поверки (калибровки)
3. Проведение поверки (калибровки)	- неподача СИ из подразделения в срок	- невозможность проведения поверки (калибровки) - задержка плана-графика	- не нашли прибор в подразделении; - отсутствие рабочей инструкции.	3	1	3	9	Назначение ответственного за доставку СИ
	- подача СИ в нерабочем состоянии	- возврат СИ в подразделение для ремонта	- невнимательность исполнителей.	10	3	3	90	

	- использование неповеренного эталона	неверное определение метрологических характеристик СИ		10	1	2	20	
	- неисправность/отсутствие вспомогательного средства измерения или вещества	- неверное определение метрологических характеристик СИ;	- невнимательность исполнителей; - недостаточная квалификация исполнителей.	10	1	2	20	Изучить СТО подразделения; Повысить квалификацию исполнителей.
	- условия окружающей среды не соответствуют установленным требованиям	- невозможность проведения поверки (калибровки)		10	1	2	20	
4. Регистрация и оформление результатов поверки (калибровки)	- отсутствие рабочей инструкции на рабочем месте	-задержка графика выполнения работ		5	2	1	10	
	неправильное оформление результатов калибровки/поверки		- недостаточная квалификация исполнителей	10	2	2	40	Повысить квалификацию исполнителей

Изучив результаты FMEA-анализа, можно сделать вывод, что основными факторами, влияющими на несоответствие процесса поверки (калибровки) линейно-угловых СИ, является невнимательность исполнителей и их недостаточная квалификация. Наибольшее значение ПЧР=90 получено на этапе подачи СИ для калибровки/поверки из подразделения в нерабочем состоянии. Для уменьшения вероятности возникновения рисков на данном этапе FMEA-командой было предложено разработать стандарт организации, устанавливающий порядок подготовки и отправки СИ в подразделениях для проведения калибровки/поверки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Матафонов А. В., Пыко А. Н. FMEA-анализ видов и последствий потенциальных отказов при реализации технологии шлифования рельсов // Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство. 2016. Т 9. № 9 (9). С. 160-165.

2 Редько Л. А., Янушевская М. Н. Анализ рисков процесса «Приготовление яичницы» // Методы менеджмента качества. М. 2018. № 5. С. 8-14.

3. Бельдиева Е. А., Захарова Л. М. FMEA-анализ в управлении качеством // Материалы 9-й всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды». Бийск, 2015. С. 80-82.

4. Садченко Ю.В., Малахова Ю.Г. Планирование процесса метрологического обеспечения производства на основе оценки рисков // Материалы XX Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. Красноярск, 2016. Т 2. С. 391-392.

Александр Чудинов

Aleksander Chudinov

СОВРЕМЕННЫЕ УПЛОТНЕНИЯ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

MODERN SEALS FOR HYDRAULIC CYLINDERS OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES

Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург

Ural State Agriculture University, Ekaterinburg

Современная техника получает все больший уровень механизации за счет установки гидравлических систем. Требования к современным гидравлическим системам повышаются за счет повышения их быстродействия и усилия на штоке гидроцилиндров. Резиновые уплотнения выполненные по ГОСТ 14896-84 не всегда отвечают заявленным характеристикам и не обеспечивают безотказную работу гидросистем. В связи с этим, для повышения конкурентоспособности необходимо разрабатывать новые уплотнения из современных материалов которые будут отвечать требованиям, предъявляемым к современным гидросистемам.

Modern technology is getting an increasing level of mechanization due to the installation of hydraulic systems. Requirements for modern hydraulic systems are increased by increasing their speed and effort on the rod of hydraulic cylinders. Rubber seals made according to GOST 14896-84 do not always meet the stated characteristics and do not ensure trouble-free operation of hydraulic systems. In this regard, to increase competitiveness, it is necessary to develop new seals made of modern materials that will meet the requirements for modern hydraulic systems.