

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Применение методов управления качеством в технологии
изготовления свечей зажигания

Студент	<u>П.С. Стулов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.А. Расторгуев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>О.Н. Брега</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

В работе проведен анализ типового сборочного процесса по изготовлению автомобильных свечей зажигания. Рассмотрены этапы как подготовки сырья, так и изготовление элементов, как металлических, так и керамических. Для повышения качества свечей зажигания используется методика решения различных вопросов, связанных с повышением качеством поставок 8D.

Данная методика по управлению качеством (название в дальнейшем - методика 8D) используется для оперативного анализа различных отклонений для исключения их повторного возникновения на краткосрочный и долгосрочный периоды.

Рассматривается типовая форма заполнения отчета по данной методике. Содержание каждого этапа позволяет решить какую-либо задачу по выявлению и анализу проблемы, принятию краткосрочных мер для локализации вредных последствий выявленного дефекта. Далее способствует разработке на основе системного подхода выработке организационных и технических мер по предотвращению аналогичных проблем в дальнейшем.

На примере приемки свечей зажигания показано, как использование данной методики позволяет за счет корректировки технологических процессов изготовления комплектующих и сборки решить проблемы обеспечения соответствия всем заданным требованиям.

Для повышения надежности технологического процесса изготовления автомобилей необходимо повысить вероятность выбраковки негодных деталей и повысить надежность приемки за счет автоматизации контрольных операций. Предлагается выполнить это на основе разработанной системы оптического контроля с использованием цифровых средств анализа изображений.

Также рассмотрены мероприятия по обеспечению экологических требований, охране труда, а также выполнены экономические расчеты по обоснованию принятых изменений в системах контроля.

ANNOTATION

The paper analyzes the typical assembly process for the manufacture of automotive spark plugs. The stages of both the preparation of raw materials and the manufacture of elements, both metallic and ceramic, are considered. To improve the quality of spark plugs, we use a technique for solving various issues related to improving the quality of 8D supplies.

This quality management methodology (hereinafter referred to as the 8D methodology) is used for the operational analysis of various deviations to prevent their recurrence for the short and long term periods.

A typical form of filling out a report on this method is considered. The content of each stage allows you to solve any problem of identifying and analyzing the problem, taking short-term measures to localize the harmful effects of the identified defect. It further promotes the development of organizational and technical measures to prevent similar problems in the future on the basis of a systematic approach.

By the example of the acceptance of spark plugs, it is shown how the use of this technique allows, by adjusting the technological processes of manufacturing components and assemblies, to solve problems of ensuring compliance with all specified requirements.

To improve the reliability of the process of manufacturing cars, it is necessary to increase the probability of rejection of unusable parts and increase the reliability of acceptance by automating control operations. It is proposed to perform this on the basis of the developed optical control system using digital image analysis tools.

Also considered are measures to ensure environmental requirements, labor protection, as well as economic calculations to justify the adopted changes in control systems.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Конструкция свечи зажигания	7
1.2 Требования к параметрам свечи зажигания	7
2 Разработка технологической части работы	9
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	26
3.1 Методики контроля параметров свечи	26
3.2 Методы оптического контроля.....	29
3.3 Проектирование оптического измерительного устройства.....	36
3.4 Результаты измерений межэлектродного зазора	38
3.5 Описание установки для автоматизированного контроля зазора	40
4 Безопасность и экологичность технического объекта	42
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	42
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	42
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	43
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	45
4.6 Выводы по разделу	46
5 Экономическая эффективность работы	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	54
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	58

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества продукции современного автомобилестроения невозможно без соответствующего повышения качества отдельных комплектующих элементов. Причем, чем более важное функциональное назначение выполняет тот или иной элемент, тем более строгий контроль должны проходить детали и узлы автомобиля.

Несомненно, к наиболее ответственным системам относится электрооборудование современного автомобиля. К нему относится также свечи зажигания двигателя внутреннего сгорания. От уровня изготовления и конструирования свечей зависит работоспособность двигателя, его мощность, экономичность, равномерность работы.

Для повышения качества на производстве могут применяться различные способы, методы и средства. На это работают системно целые управления. Тенденция современная направлена прежде всего на предупреждение или предотвращение создания проблемы. Задачи обнаружения или исправления сегодня вторичны.

Одной из таких методик является методика 8D или 8 шагов (действий). На примере входного контроля свечей зажигания и анализа дефектов различного характера и происхождения рассматривается пример ее применения.

Так как свеча изготавливается и поставляется на производство в массовом порядке, автоматизация контрольных операций является задачей, которую необходимо решить. В работе это делается при помощи средств оптического цифрового анализа изображения контролируемого объекта.

1 Анализ исходных данных

1.1 Конструкция свечи зажигания

Свеча зажигания определяет ряд важнейших эксплуатационных показателей качества автомобиля, такие как мощность, надежность, расход топлива. Для нормального функционирования свечи зажигания должны соответствовать ряду технических требований: помехоустойчивость, калильное число, герметичность, ресурс.

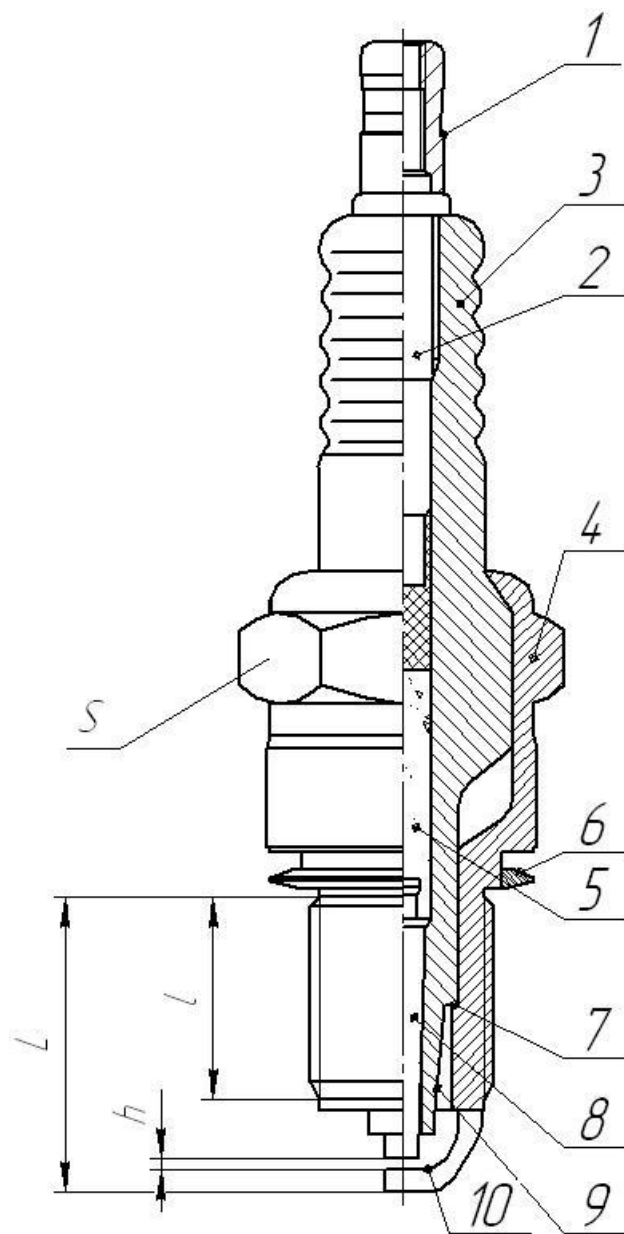
Помехоустойчивость связана с совместной работой с электрическими устройствами, и сильно зависит от резистивного герметика. Тепловая характеристика зависит от калильного числа свечи. Герметичность должна быть и для центрального электрода и для корпуса. Все эти параметры зависят от правильного и надежного покрытия металлических элементов свечи.

В работе не рассматриваются конструктивные параметры свечей, которые определяют технические параметры. Основная цель – применить методику управления качеством продукции путем повышения стабильности технологического процесса.

1.2 Требования к параметрам свечи зажигания

Свеча служит для воспламенения горючей топливно-воздушной смеси в цилиндре двигателя внутреннего сгорания. Она включает в себя следующие элементы (рисунок). Металлический корпус устанавливается на керамический изолятор с контактом по конической внутренней поверхности по теплоотводящей стальной или медной шайбе. С нижнего торца металлического корпуса приварен изогнутый боковой электрод «массы». Он имеет в сечении прямоугольный профиль. С упором в буртик металлического корпуса установлено уплотнительное кольцо. Через керамический изолятор проходит электрод в отверстии с переменным сечением. Электрод зафиксирован по буртику расширенной головки электрода в центральном канале керамического изолятора. Для фиксации электрода канал изолятора

наполнен стеклогерметиком, который представляет собой смесь порошков металла и стекла. Электрическое сопротивление свечи зависит от состава стеклогерметика.



1 – контактная гайка; 2 – контактный стержень; 3 – изолятор керамический; 4 - металлический корпус; 5 - стеклогерметик резистивный; 6 – уплотнительное кольцо; 7 – теплоотводящая шайба; 8 – центральный электрод; 9 – рабочая камера; 10- боковой электрод; h – зазор; S – L - l -

Рисунок 1.1 – Схема свечи зажигания

2 Разработка технологической части работы

Свечи проходят стандартные испытания для определения соответствия их параметров установленным требованиям. Это испытания ИМЕР для измерения чувствительности к высокому давлению, тест на чистоту изолятора, тепловое испытание на герметичность, контроль искрового разряда с использованием осциллоскопа, который определяет степень ионизации искрового зазора свечи. Проводятся также испытания на искровую эрозию электродов.

Технология по изготовлению свечей зажигания для двигателей внутреннего сгорания включает в себя три этапа. Первый этап это подготовка сырья для керамического производства и изготовление изолятора (рисунок 2.1). Второй этап связан с изготовлением металлических элементов свечей зажигания (рисунок 2.2). На третьем этапе происходит сборка свечи (рисунок 2.3). Особенность технологии заключается в пространственном разведении производственных участков для первого и второго этапов из-за высоких требований по химическому составу сырья. Необходимо предохранить его от попадания металлических примесей для исключения проблем при электрическом пробое. В мельницах происходит перемешивание гранул глинозема с необходимыми присадками с добавлением воды. При перемешивании одновременно происходит измельчение. Получается эмульсия размер частиц которой не более 3 мкм. После сушки порошок прессуется в резиновой матрице с формовкой заготовки изолятора. Для придания твердости она обжигается при температуре 1600 °С в ходе ступенчатой термообработки в течении 30 ч.

Стальной корпус, контактный стержень, боковой и медные центральный электроды изготавливают из проволоки. После резки высокоскоростным прессованием получают корпуса свечей. Для механической обработки корпуса используют токарный станок. Сварочным роботом к корпусу приваривают боковой электрод. Далее проводится клеймение с накаткой резьбы. После этого проходит химико-термическая

обработка - покрытие никелем. Аналогичные работы проводят для контактного стержня, центрального электрода.

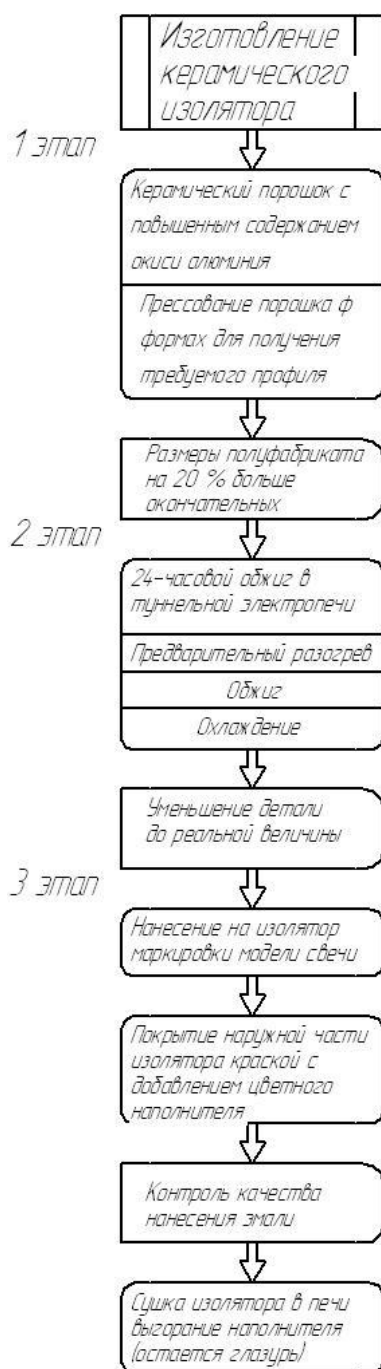


Рисунок 2.1 – Схема керамического производства

Сборка состоит из двух этапов. Первый этап это сборка сердечника. Второй этап - окончательная сборка. Для выполнения операций используется принцип концентрации. На одном станке выполняются маркировка изолятора краской, покрытие герметиком, глазурью, установка контактного

стержня, центрального электрода. В конце операции происходит термообработка для отверждения глазури.

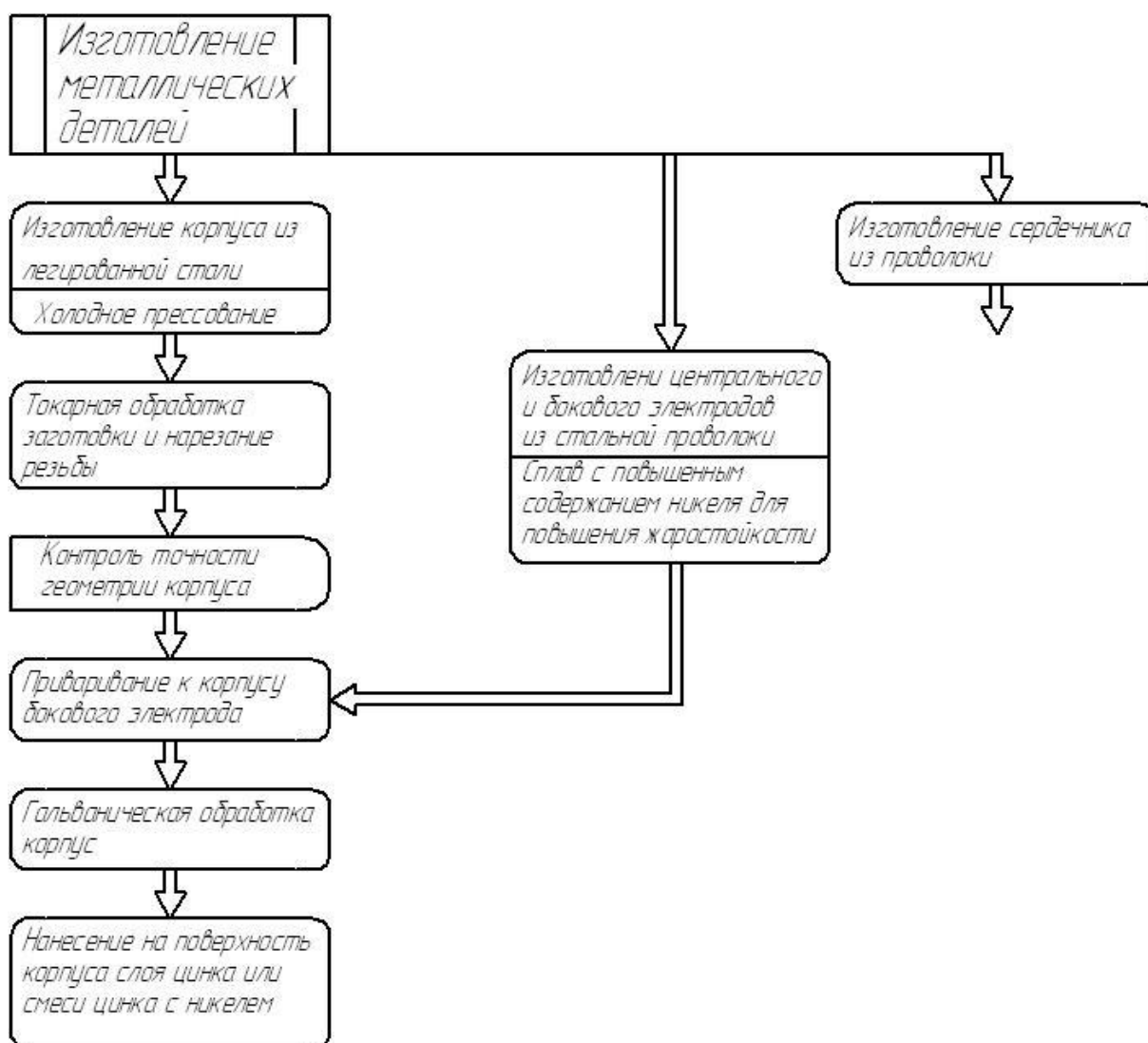


Рисунок 2.2 – Схема производства металлических деталей

На окончательной сборке многопозиционный автомат собирает корпус, сердечник с установкой уплотнительного кольца и накручиванием контактной гайки. В конце происходит обрезка и гибка бокового электрода с регулировкой зазора между боковым и центральным электродами. После чего происходит упаковка.

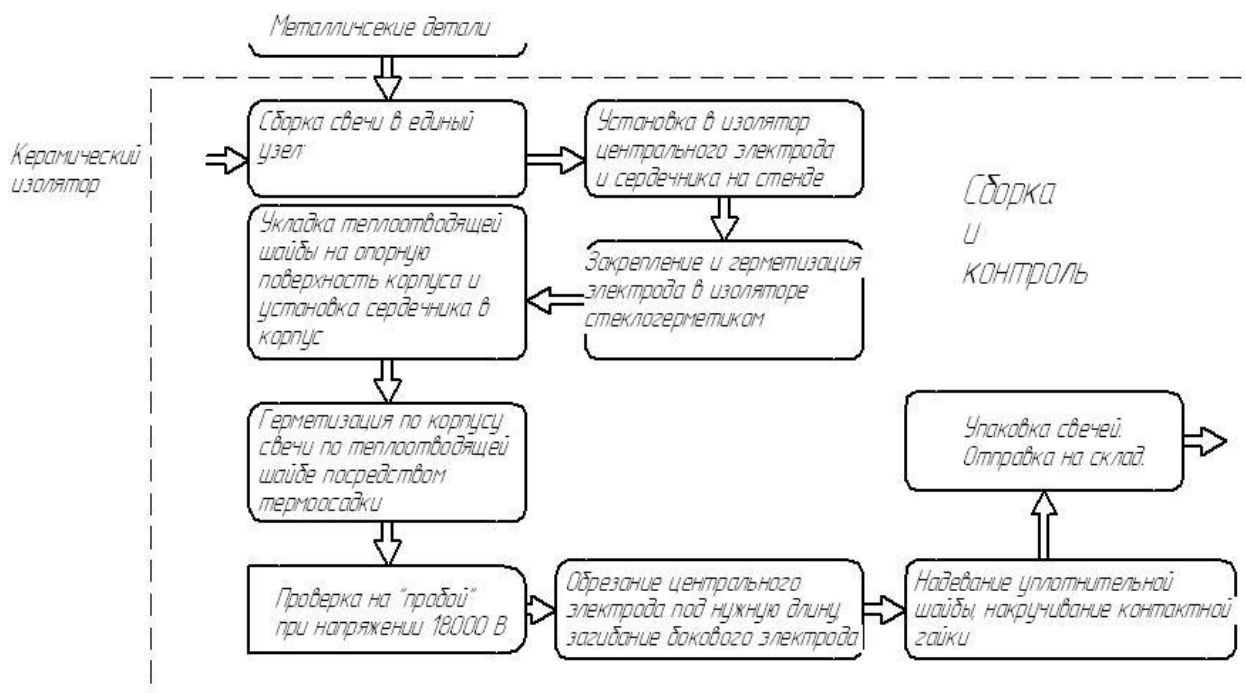


Рисунок 2.3 – Схема сборки

В работе используются основные понятия по ГОСТ Р ИСО 9000.

Проблема – это ситуация, где заданный уровень определенного параметра не обеспечивается, а причина этого неизвестна.

Срочные или сдерживающие действия направлены на предотвращение действия проблемы до реализации основных корректирующих действий.

Окончательные корректирующие действия - действия, предпринятые для устранения или снижения влияния причины существующей проблемы.

Этапы используемой методики 8D показаны на рисунке 2.4. На основе процедуры 8D проводится организация работы по запросам потребителей для решения проблем с качеством поставок. Схема этой работы показана на рисунке 2.5.



Рисунок 2.4 - Последовательность реализации этапов процедуры 8D

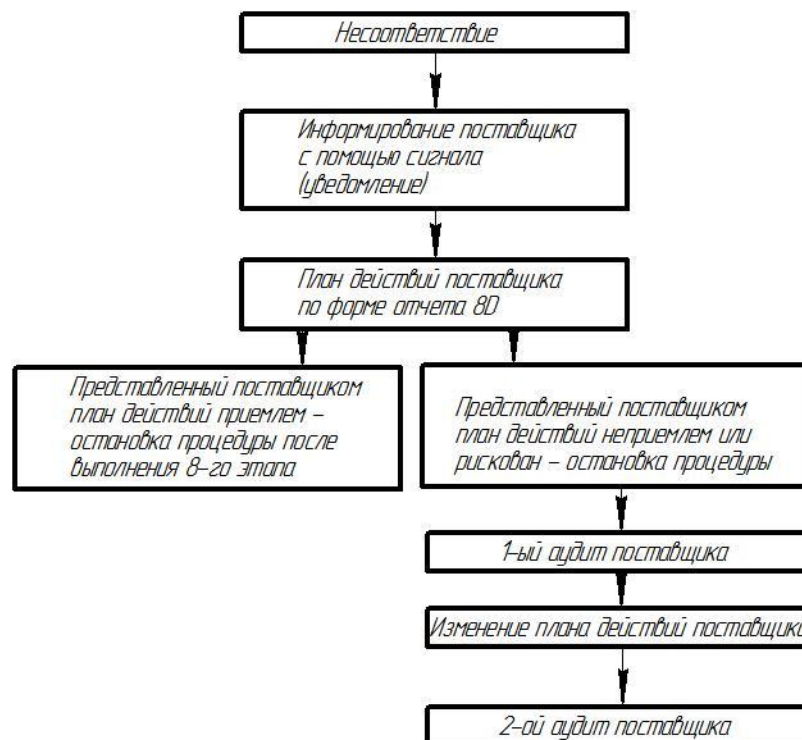


Рисунок 2.5 - Организация работы по решению проблем качества с применением процедуры 8D

При выполнении методики 8D поставщик должен заполнить отчёт по форме, которая необходима для точного определения проблемы и ее анализа. Форма отчета состоит из восьми этапов или действий. Отчет 8D помогает взаимодействию потребителей и поставщиков.

Минимальные требования к содержанию отчета по решению проблем при использовании методики 8D приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные результаты процедуры 8D по этапам

Пункт	Порядок заполнения
1	2
Название предприятия	Официальное название предприятия.
Код поставщика	Уникальный код, выданный руководством
Номер детали	Номер детали, указанный в согласованном чертеже.
Наименование детали	Наименование детали, указанное в согласованном чертеже.
Разработал	Представитель предприятия, который заполнил отчет.
Должность	Должность представителя предприятия (R).
Дата	Дата разработки отчета.
Утвердил	Представитель предприятия, который утвердил отчет (R+1).
Должность	Должность представителя предприятия, утвердившего отчет.
Дата	Дата утверждения этапов отчета перед направлением на головное предприятие
1 Детальное описание несоответствия	
Отчет №	Номер претензии, относящийся к отчету 8D.
Дата оповещения	Дата, когда сообщается о претензии поставщику.
Изделие	Изделие, на котором обнаружена дефектная деталь.
Кол-во н/с изделий	Количество обнаруженных на головном предприятии дефектных деталей.
Описание	Подробное описание несоответствия.
Повторно	Отметить соответствующее поле да/нет.
2 Анализ аналогичных изделий	
Могут ли другие изделия иметь подобные дефекты?	Уделить необходимое внимание другим подобным процессам, оборудованию и приемам работы. В каждой строке добавить галочку в поле да/нет. Если ответ «да» - заполнить поле

Продолжение таблицы 2.1

1	2
	комментарии/результат. Если проблема может возникнуть на других изделиях, аналогичных изделиях, других цветах, симметричных деталях, спереди/сзади – это должно быть четко определено в отчете.
3 Предварительный анализ	
В какой момент производственного процесса несоответствие должно было быть обнаружено?	Уделить необходимое внимание контрольным операциям (согласно планам управления или картам контроля), где несоответствие должно быть обнаружено. В каждой строке добавить галочку в поле да/нет.
Какие причины не обнаружения?	Указать причину, почему при изготовлении и при контроле дефект не был обнаружен.
4 План срочных, сдерживающих действий	
Какие действия были предприняты для предотвращения поставки дефектных изделий головное предприятие?	Описать сдерживающие меры, принятые для предотвращения поставки дефектных изделий на головное предприятие. Сдерживающие меры должны реализовываться весь период до момента внедрения плана корректирующих мероприятий и подтверждения результативности окончательных действий.
Действие	Указать конкретную меру, например: 100% контроль, блокирование, операцию по доработке (если она возможна и приемлема).
Кол-во годных / кол-во брака	Указать общее количество годных и бракованных изделий в штуках, к которым были применены меры во время производства, на промежуточных складах, складах готовой продукции, подготовленных в запасные части. Должны быть заполнены все строки.
Как идентифицированы годные изделия?	Указать метод идентификации каждого изделия, во время всего периода действия сдерживающих мер. Тарные места также должны быть идентифицированы уникальным методом.
№ первой партии поставки годных изделий	Указать номер первой партии поставки годных изделий. Последующие поставки должны осуществляться так же под действием сдерживающих мер.
Дата поставки	Указать дату, с которой начались поставки годных изделий
5 Окончательный анализ причин	

Продолжение таблицы 2.1

1	2
Дата его завершения	Указать дату окончания анализа
Причины	Описать реальную корневую причину (ы) несоответствия.
Ответственный	Указать представителя предприятия, который отвечает за разработку плана окончательных действий.
Подразделение	Указать подразделение предприятия, отвечающее за разработку плана окончательных действий.
6 План окончательных действий	
Действие	Описать меру, которая должна осуществляться с целью предотвращения повторного возникновения дефектов. Действия должны быть разработаны для каждой корневой причины, определенной на 3 и 5 этапах. Как минимум – одно действие на одну причину.
Ответственный	Указать представителя предприятия, который отвечает за реализацию окончательного действия.
Подразделение	Указать подразделение предприятия, отвечающее за реализацию окончательного действия.
Дата	Указать дату внедрения окончательного действия.
7 Анализ результативности окончательных действий	
Дата утверждения	Указать дату утверждения результативных окончательных действий.
Есть ли объективные доказательства окончательных действий?	При наличии / отсутствии документальных подтверждений результативности окончательных действий, отметить соответствующее поле да/нет.
Чем это подтверждено?	Указать подробно наличие документальных подтверждений по каждому окончательному действию.
8 Контроль выполнения и учет опыта	
Дата закрытия	Дата закрытия отчета 8D
После выполнения действий необходимо ли внести изменения по нижеперечисленным пунктам?	Уделить необходимое внимание дальнейшим действиям, которые должны быть предприняты в связи с сообщением о претензии. Они должны включать пересмотр и обновление всех соответствующих документов. В каждой строке добавить галочку в поле да/нет. Если документ будет обновляться - указать имя ответственного, подразделение и срок переработки документа.

Минимальные требования по применению инструментов менеджмента качества и документальные подтверждения при использовании методики 8D приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Способы решения проблем по этапам

Этап	Инструмент и документальное подтверждение
Этап 1	7 простых вопросов, 5 почему, мозговой штурм.
Этап 2	
Этап 3	
Этап 4	
Этап 5	5 Почему, древовидная диаграмма, диаграмма условий и последствий, диаграмма рассеивания, гистограммы, мозговой штурм, прочие инструменты.
Этап 6	7 простых вопросов, 5 почему, мозговой штурм и т.п.
Этап 7	Измерения и статистическая обработка результатов измерений (индексы C_p и C_{pk} , P_p и P_{pk}), контрольные карты, результаты внутренних аудитов технологических процессов. Протоколы испытаний, графики, контрольные листки.
Этап 8	Как минимум должны быть обновлены два типа документов.

Отчет «8D» - это форма, которая помогает команде решить проблему с помощью её точного определения и полного анализа. Отчет «8D» состоит из 8-ми этапов (8 «Do» или 8 типов действий). Отчет «8D» служит посредником между поставщиком и клиентом. В таблице 2.3 приведены временные ограничения по каждому этапу предлагаемой процедуры.

Процедура 8D включает следующие этапы. Первый это описание проблемы. Далее необходимо сформулировать проблему. После чего раскрыть проблему (Подробное описание проблемы. Другие схожие детали. Первый анализ. План незамедлительных действий. Окончательный анализ. План окончательных действий. Анализ эффективности окончательных действий. Контроль выполнения и учет опыта.)

Сформулировать проблему точно и кратко, добраться до источника проблемы, можно повторяя последовательно вопрос «Почему?» до момента, когда уже невозможно дать полный и достоверный ответ (метод лестница).

Раскрыть проблему, то есть количественно определить реальный размах проблемы, можно базируясь на полученные факты. Ответ на вопрос «Что именно не работает и с чем?» можно отвечая на вопросы: Что, Где, Когда и Сколько.

Таблица 2.3 – Сроки выполнения этапов

Этап отчета 8D	Содержание этапа	Срок
Этап 1-3	Описание проблемы: формулировка и раскрытие	В течении первых 48-ми часов
Этап 4	Немедленные действия для ограждения клиента	В течении первых 48-ми часов
Этап 5	Поиск причин	В течении 10 календарных дней
Этап 6	План окончательных действий	В течении 10 календарных дней
Этап 7	Проверка результативности плана действий	После утверждения, в соответствии с полученными результатами
Этап 8	Контроль и учет опыта	После утверждения, в соответствии с полученными результатами

Последовательность вопросов «ПОЧЕМУ?» позволяет достичь последнего известного звена цепочки причин и следствий, не останавливаясь только на выявленных последствиях.

Для формирования отчета необходимо заполнить ряд форм представленных ниже (таблицы 2.4-2.12).

Таблица 2.4 - Форма для первого этапа

1 Детальное описание несоответствия			
Отчет №.			
Ранг		Кол-во н/с деталей:	
Описание			
		Повторно	Да
			Нет

Таблица 2.5 - Форма для второго этапа

2. Анализ подобных изделий			
Могут ли подобные изделия иметь подобные дефекты?			
	Да	Нет	Комментарии/Результат
Другие модели:			
Аналогичная деталь			
Другие цвета			
Симметричная деталь			
Спереди/Сзади			
Прочее			

Таблица 2.6 - Форма для третьего этапа

3. Предварительный анализ		
В какой момент производственного процесса несоответствие должно быть обнаружено?	Да	Нет
Во время изготовления		
После изготовления (при финишном контроле)		
При отправке заказчику		
Причины необнаружения?		

Примеры выявления дефектов свечей зажигания приведены ниже. По методике 8D составляется отчет, в результате которого меняется или корректируется технология изготовления, контроля в ходе изготовления свечей, а также организационные мероприятия для исключения появления выявленных или, даже только похожих, недостатков.

Например у свечи обнаружен дефект: занижен искровой зазор. Выявилось это в ходе обкатки автомобилей на двух разных двигателях на стенде обкатки.

Таблица 2.7 - Форма для четвертого этапа

4. Незамедлительный план действий			
Какие действия были предприняты для предотвращения поставки дефектных изделий на предприятие?			
	Действие	Кол-во ОК	Кол-во NOK
Производственные операции			
Промежуточные склады			
Склады готовой продукция			
Запасные части			
Прочее			
Как отмечена годная продукция?			
Реквизиты партии гарантированного качества:			
Замечания:			

Таблица 2.8 - Форма для пятого этапа

5. Окончательный анализ	Окончательный срок для анализа	
Указать реальные причины на совокупность процессов: Персонал, материал, оборудование, метод Кто, где, когда, почему, как Изменения процесса, корректировка Обслуживание оборудования		
Причина	Ответственный	Служба

Описание проблемы: фактические размеры искрового зазора – около 0,5 мм получены в результате замера. Должно быть согласно требованиям (1,0+0,15) мм.

Проведен анализ дефектных свечей. Влияние на клиента - недостаточная работа двигателя (не достигаются рабочие характеристики

транспортного средства); недостаточная работоспособность свечи; повреждение системы очистки выхлопных газов (не выполняются требования стандартов по эмиссии выхлопных газов).

Таблица 2.9 - Форма для шестого этапа

6. План окончательный действий			
Какие действия предприняты для предотвращения производства дефектных изделий в будущем?			
Защита от неквалифицированного обращения, испытания, контроль процесса			
Действие	Ответственный	Подразделение	Срок

Таблица 2.10 - Форма для десятого этапа

7. Анализ результативности окончательных действий?		
Есть ли объективные доказательства эффективности окончательных действий?	Да	Нет
Описание		
Приложите соответствующие данные: Протокол испытания, расчет коэффициента, воспроизводимость процесса и т.д.		

Данный дефект за последние 3 года не возникал.

Проведена 100% сортировка запасов свечи. Сортировка и маркировка отсортированных изделий производилась согласно методике (см. лист графической части).

D3 Срочные мероприятия следующие. Из партии 9000 шт. на предприятии заказчика отсортировано клиентом 2 шт. с несоответствующим искровым зазором с фактическими размерами: 0,4 мм и 0,7 мм.

Фирма поставщик отсортировало 17 800 шт. (запас клиента). Из них 6 шт. с несоответствующим искровым зазором с параметром зазора: 0,75 мм,

0,85 мм, 0,65 мм, 0,75 мм, 0,95 мм, 0 мм. И в новой партии в 21600 шт. 2 шт. с несоответствующим искровым зазором с зазором: 0,95 мм.

Проведена калибровка контрольного стенда контроля искрового зазора. Этап D4 Анализ причины. Процесс, послуживший причиной дефекта: упавшая свеча. Дефект "Искровой зазор занижен" возник из-за механического влияния, оказанного на боковой электрод (при падении свечи на твердую поверхность).

Данный дефект мог возникнуть на следующих этапах производства свечи. Автоматическая отбраковка свечи на линии после 100% контроля камерой (причина 1). При отбраковке свечи перемещаются в тару, возможно падение свечи на предыдущую свечу в таре. Ручное переключивание свечи в 100-местную тару на сборочной линии (причина 2). Оператор мог уронить свечу при переключивании. Ручная упаковка свечи в 50-местную коробку (причина 3). Оператор мог уронить свечу при переключивании свечи из 100-местной тары в 50-местную коробку из-за того, что свечи зацепляются боковым электродом за перчатки.

Оператор проигнорировал требования "Порядок действий с упавшими свечами/комплектующими" и идентифицировал упавшую свечу как годную. Причины не обнаружения: ошибка оператора. Несоответствующий искровой зазор на свече зажигания не был обнаружен, так как оператор проигнорировал требования "Порядок действий с упавшими свечами/комплектующими" и идентифицировал упавшую свечу как годную.

Этап D5: Возможные корректирующие мероприятия. Внедрение магнитных съемников. Актуализация рабочих инструкций. Отбраковка свечей на оборудовании. Замена перчаток операторов. Визуализация на рабочих местах.

Этап D6: Внедренные корректирующие мероприятия. Внедрение магнитных съемников: внедрить на линии сборки свечи RT5 магнитные съемники для укладки свечей в 100 местную тару. Актуализация рабочих

инструкций: внести в рабочую инструкцию требование по перекладке свечей зажигания в 100 местную тару при помощи магнитного съемника.

Отбраковка свечей на оборудовании. Для этого изменить конструкцию узла отбраковки свечей зажигания на оборудовании за счет увеличения длины желоба отбраковки, установки задерживающей резиновой пластины для снижения скорости падения свечи при отбраковке.

Замена перчаток операторов. Ввести требование по использованию перчаток с ПВХ при упаковке свечей зажигания. Перчатки без ПВХ запретить для использования при упаковке свечей зажигания.

Визуализация на рабочих местах. Визуализировать на каждом рабочем месте упаковки требование по упавшим деталям.

Повторное ознакомление. Повторное ознакомление сотрудников участка сборки и упаковки.

Этап D7: Предупреждающие мероприятия, улучшающие системы менеджмента качества. Актуализировать анализ видов, последствий и причин потенциальных несоответствий и внести требование по применению магнитного съемника, а также по использованию перчаток с ПВХ.

Этап D8: Закрытие рекламации.

Аналогичная процедура при дефекте: забоины на резьбе.

D1: забоины на резьбе.

D2: Дефект был обнаружен визуально во время сортировки свечи на предприятии в рамках срочных мероприятий по рекламации. Внешний вид не соответствует образцам внешнего вида.

Возможен монтаж свечи в двигатель. Есть вероятность затруднений при демонтаже или невозможность демонтажа свечи во время сервисного обслуживания автомобиля.

Данная свеча поставляется более 15 лет. Рекламация по дефекту "Забоины на резьбовой части в состоянии поставки" была получена впервые.

D3: Сортировка визуально без применения оптических средств. Результат: было обнаружено 9 дефектных свечей.

D3: Введение дополнительного 200% контроля продукции на комплектацию, выпускаемой с линий окончательной сборки, до внедрения корректирующих мероприятий на шаге D6.

D4: Дефект "Забоины на резьбе" возник на операции "Калибровка резьбы" на линии окончательной сборки. Из-за неплотной фиксации свечи в ручейке для подачи (и, как следствие, смещения свечи), свеча застряла в узле калибровки, из-за чего узел повредил резьбу, а также уплотнительное кольцо и место под клеймо (причина 1).

Свеча не была отбракована датчиком в процессе калибровки, поскольку повреждение является незначительным, проверку резьбовым кольцом свеча проходит (причина 2). Сотрудник, проводивший визуальный контроль, пропустил дефектную свечу (человеческий фактор, повреждение незначительное).

D6: Действия наладчика при фиксации свечи в узле калибровки определены и описаны в инструкции. Также произведена замена направляющей до калибровки. Требование по шлифовке направляющих внесено в технический регламент. Введена дополнительная визуализация дефекта "Забоины на резьбе" на рабочем месте визуального контроля.

Действия при дефекте изготовления свечи: смещение электрода.

D2: смещение бокового электрода. Влияние на клиента: смещение электрода приводит к пропускам воспламенения смеси из-за искры в неправильном месте и, как следствие, к недостижению рабочих характеристик двигателя или его останову, а также к нарушению норм токсичности (невыполнение стандартов по эмиссии выхлопных газов).

D3: 100% сортировка свечи у клиента проводилась в рамках срочных мероприятий. Сортировка проводилась визуально без применения оптических средств. Введение дополнительного 200% контроля продукции на комплектацию, выпускаемой с линий окончательной сборки, до внедрения корректирующих мероприятий на шаге D6.

D4: Боковой электрод был подогнут со смещением на операциях подгибки вследствие изначального смещения бокового электрода в не подогнутом состоянии, которое могло произойти в загрузочном бункере для корпусов свечи зажигания. Причина не обнаружена: узел проверки ориентации бокового электрода. Дефект не был отбракован узлом 100% проверки ориентации бокового электрода. Возможность пропуска свечей с небольшими смещениями бокового электрода возникла из-за износа детали в узле проверки ориентации бокового электрода. При этом проверка узла ориентации с помощью образца со смещенным боковым электродом не была предусмотрена (проводилась только проверка с помощью НОК образца с неверной ориентацией бокового электрода).

D6: Ремонт узла проверки ориентации бокового электрода проведен. Внедрена проверка узла ориентации с помощью образца со смещенным боковым электродом: деформация бокового электрода производится с помощью приспособления. Введена дополнительная визуализация дефекта "Смещение бокового электрода" на рабочем месте визуального контроля.

3 Проектирование специальных средств оснащения

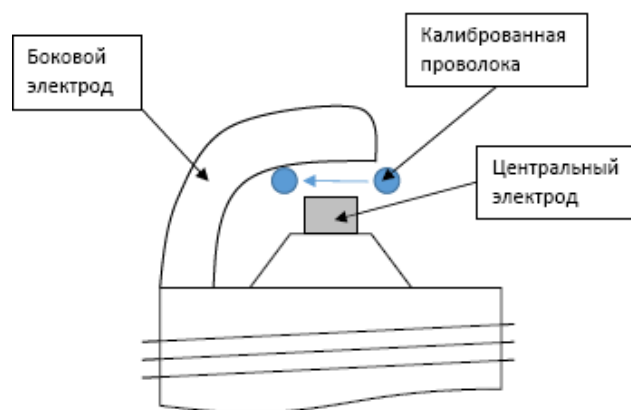
3.1 Методики контроля параметров свечи

Ниже описываются методики проверки искрового зазора свечи зажигания с последующей маркировкой проверенных свечей. Первая методика - проверка свечей щупом с калиброванной проволокой:

1. Взять щуп с калиброванной проволокой диаметром 1,0 мм.
2. Переместить проволоку щупа в межэлектродное расстояние бокового и центрального электродов
3. Проволока должна пройти между электродами (рисунок 3.1). Свече присваивается статус «Годное (Ок)».
4. В случае если проволока не проходит между электродами (см. рисунок 3.2), свече присваивается статус «Не годное (nOk)».



а)

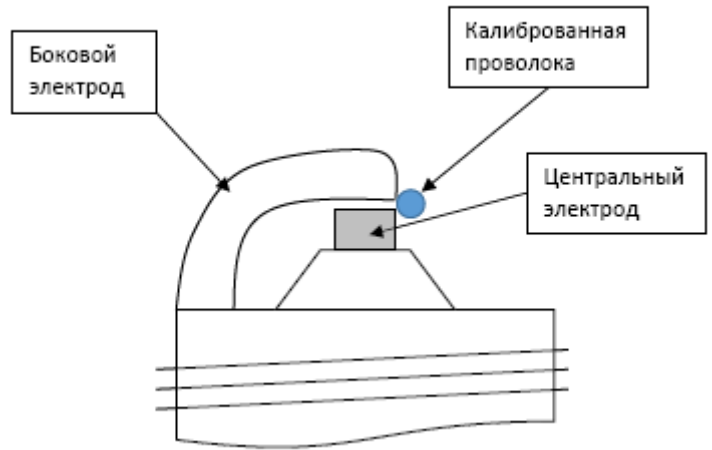


б)

Рисунок 3.1 - Статус свечи «Годное (Ок)»: а – фото проверки; б – схема проверки



а)



б)

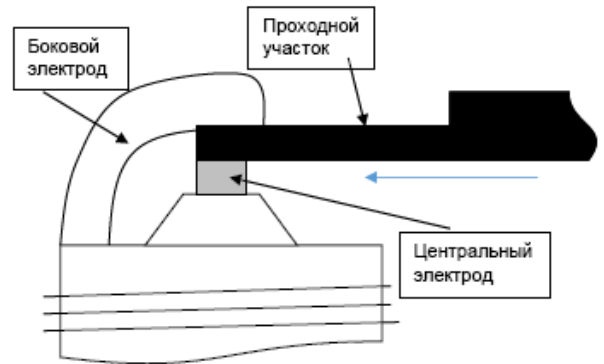
Рисунок 3.2 - Статус свечи «Не годное (пОк)»: а – фото проверки; б – схема проверки

Вторая методика - проверка свечей щупом:

1. Взять щуп.
2. Переместить проходной участок щупа в межэлектродное расстояние бокового и центрального электродов
3. Проходной участок щупа должен пройти между электродами (см. рисунок 3.3), свече присваивается статус «Годное (Ок)».
4. В случае если проходной участок щупа не проходит между электродами (см. рисунок 3.4), свече присваивается статус «Не годное (пОк)».



а)

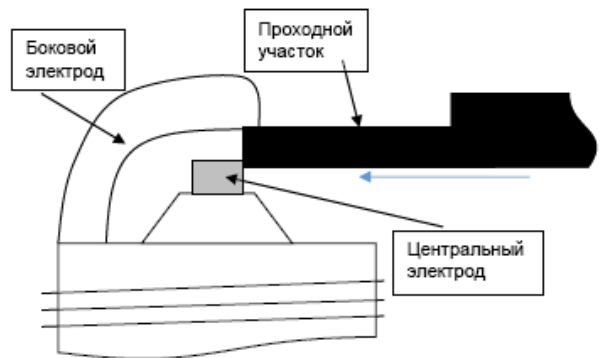


б)

Рисунок 3.3 - Статус свечи «Годное (Ок)»: а – фото проверки; б – схема проверки проверки



а)



б)

Рисунок 3.4 - Статус свечи «Не годное (пОк)»: а – фото проверки; б – схема проверки

Маркировка проверенных свечей.

1. Свечи прошедшие проверку и получившие статус «Годное (Ок)», должны быть промаркированы горизонтальной линией зеленого цвета, на одной из граней шестигранника свечи зажигания.

2. После проверки и маркировки всех 50 шт. свечей зажигания, со статусом «Годное (Ок)», на 50-ти местную коробку необходимо наклеить этикетку зеленого цвета, с указанием даты проверки, подписью исполнителя, номером заказа.

3. Свечи, получившие статус «Не годное (nОк)», при проверке необходимо:

- промаркировать горизонтальной линией красного цвета, на одной из граней шестигранника свечи зажигания;

- сфотографировать;

- замерить фактический размер зазора;

- сфотографировать местоположение негодной свечи в коробке;

- сфотографировать этикетку со штампом коробки, в которой находилась негодная свеча;

- сфотографировать внутреннюю сторону крышки коробки;

- отставить в отдельную тару для проведения дальнейшего анализа.

Фото и данные следует незамедлительно передать представителю завода-изготовителя.

3.2 Методы оптического контроля

При измерении 1200000 штук свечей они проходят комплексную проверку. Несмотря на производственный контроль, свечи по разным причинам могут иметь ряд различных отклонений (дефекты резьбы, смещение электрода, отклонение межэлектродного зазора и т.д.). Эти дефекты регистрируются при визуальном контроле, а также при помощи ручных операций, таких как проверка калибровочной проволокой или щупом.

Замена визуального и ручного контроля автоматическим при помощи системы технического зрения для выявления как общих дефектов, связанных с геометрическими отклонениями взаимного расположения, так и наличием дефектов резьбы, а также измерением межэлектродного промежутка обеспечивает возможность более быстрой проверки большего объема изделий в контролируемой выборке (до 10%), что делает достоверность контроля выше.

Для контроля видимых дефектов и отклонений, геометрических измерений используются различные методы [23]. Например схема контроля бликующего объекта (рисунок 3.5). Он используется для контроля контура края с высокой точностью. Может применяться и при обработке, например для токарных операций. Необходимое оборудование: коллиматор и телецентрический объектив с размерами больше объекта контроля.



Рисунок 3.5 – Схема контроля бликующих деталей

Измерение статическое. Геометрия особенно подходит для объектов со сферическими, цилиндрическими и коническими поверхностями. Подходит для любого удлиненного объекта, внешний край которого слегка изогнут вдоль оптической оси, например поверхности электродов. Для плоских объектов коллиматор не нужен, так как край хорошо определяется и так.

Коллиматор предотвращает смещение лучей, отражающихся в точках внутри контролируемого контура объекта.

Контроль непрозрачных матовых объектов с задней подсветкой освещением немного отличается (рисунок 3.6). Такая схема может применяться для габаритных изделий. Камера с линейным сканированием геометрии с блоком задней подсветки.

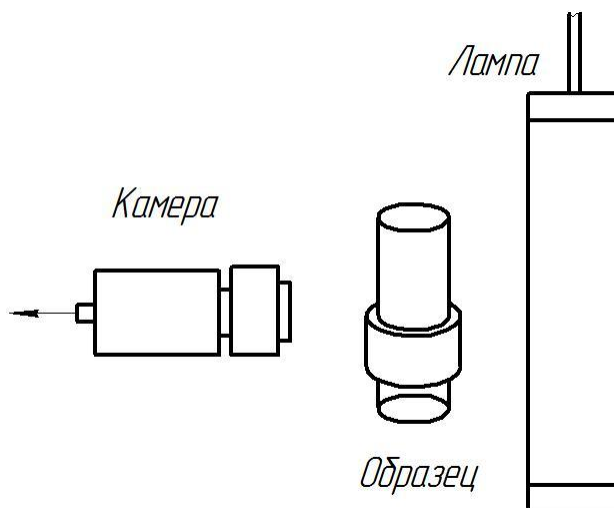


Рисунок 3.6 – Схема контроля удлиненных матовых объектов

В этой схеме применяется линейная цепочка светодиодов с рассеивающим экраном, коробка светлая для создания фона, камера с однострочной разверткой. Камере задают равномерное движение.

Для измерений может использоваться следующая схема (рисунок 3.7).

Цель данного измерения – определить объект в поле зрения для плоской схемы измерения. Для этого свечу необходимо ориентировать строго в одном направлении и снимать ее силуэт или можно объект ориентировать произвольным образом. Это определяет формат фигуры описанной вокруг контролируемого силуэта (рисунок 3.8).

Для точного определения размеров полученного объекта необходимо провести процедуру калибровки. Берется свеча эталон с известным зазором и помещается в плоскость съемки. Полученное цифровое изображение объекта используется для определения зазора в заданном направлении в значениях

пикселей. Для подтверждения нахождения объекта в плоскости съемки можно провести измерение с поворотом его по вертикальной и горизонтальной осям. Значения в пикселях должно совпасть. Если нет, объект находится не во фронтальной области (рисунок 3.9).

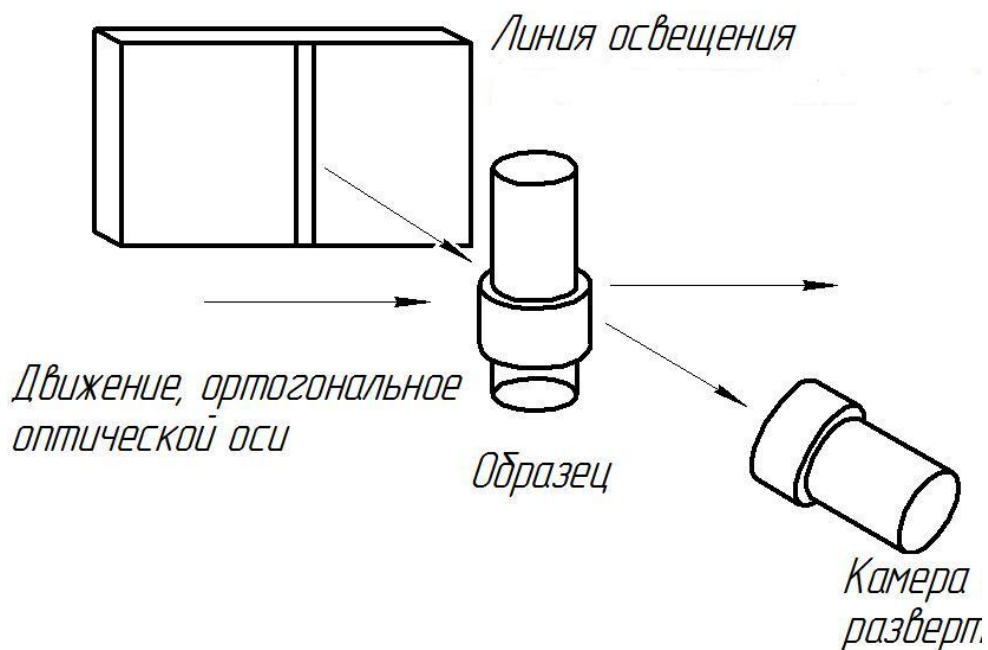


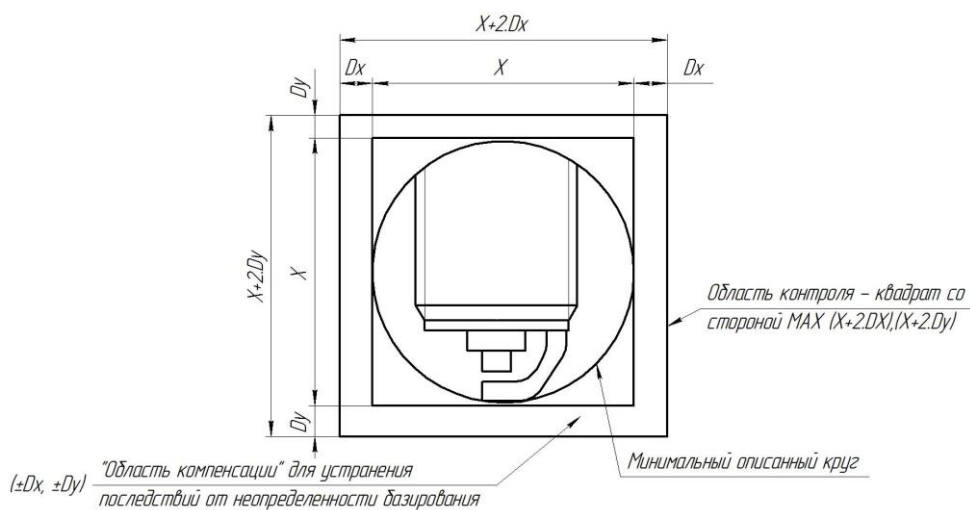
Рисунок 3.7 – Измерение с линейно засветкой

Для контроля кругового профиля (например с торца цилиндрической детали, крышки и т.д.) используют сфокусированное световое кольцо. Для этого используют или кольцевой источник света или объектив с удаленным центром. Центр объекта тогда игнорируется. Для определения различных загрязнений используется ультрафиолетовый свет (рисунок 3.10).

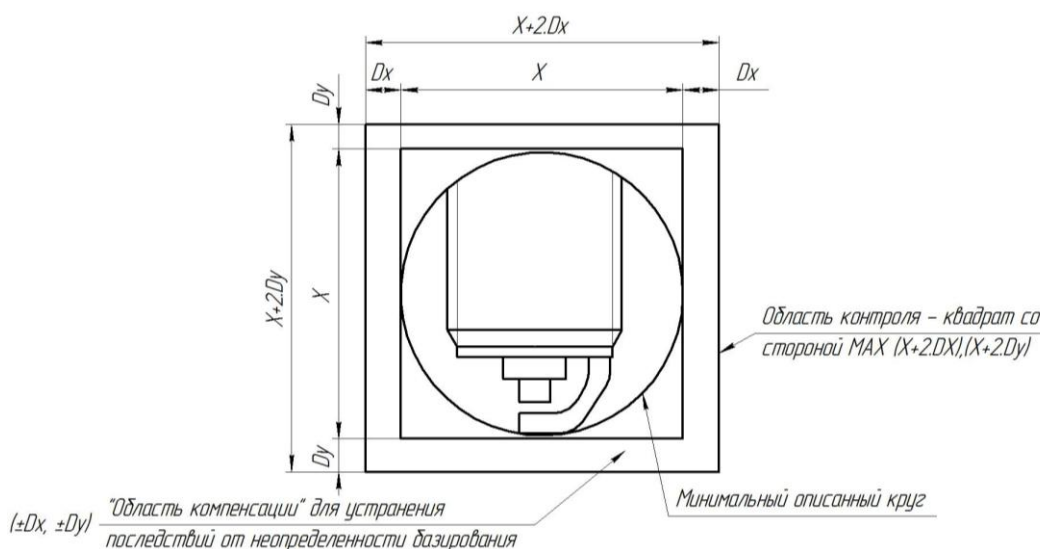
Для контроля свечей в упаковке можно использовать схему получения силуэта объекта на непрерывно равномерно движущемся конвейере. Используются два источника полосового лазерного излучения или проекторы с прямоугольной световой маской. Камера проводит линейное сканирование.

Для контроля геометрических параметров с низкой точностью можно использовать полихромный свет. Для этого можно использовать ряд

различных источников: коллиматор как источник белого света с дифракционной решеткой; светодиоды, излучающие на разных длинах волн.



а)



б)

Рисунок 3.8 – Область контроля: а – для ориентированного объекта; б – для произвольного положения объекта

Если объекта в поле действия лазерного излучения нет, они сходятся формируя одну световую полосу. Если объект присутствует, лучи больше не сходятся и образуют две полосы, смещенные по бокам поля зрения камеры. Камера в центре видит яркую полосу, когда объект отсутствует, и вообще не видит света, когда объект находится на месте (рисунок 3.11).

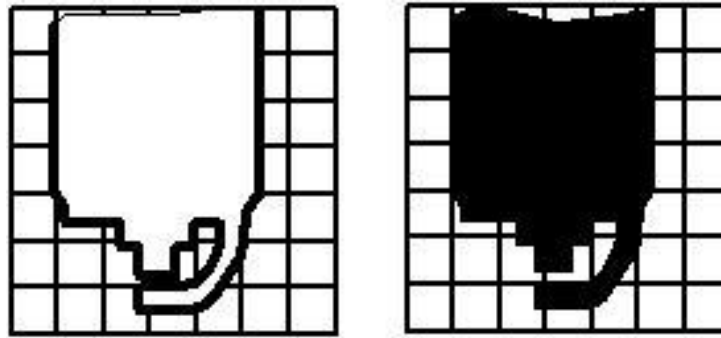


Рисунок 3.9 - Виды объекта

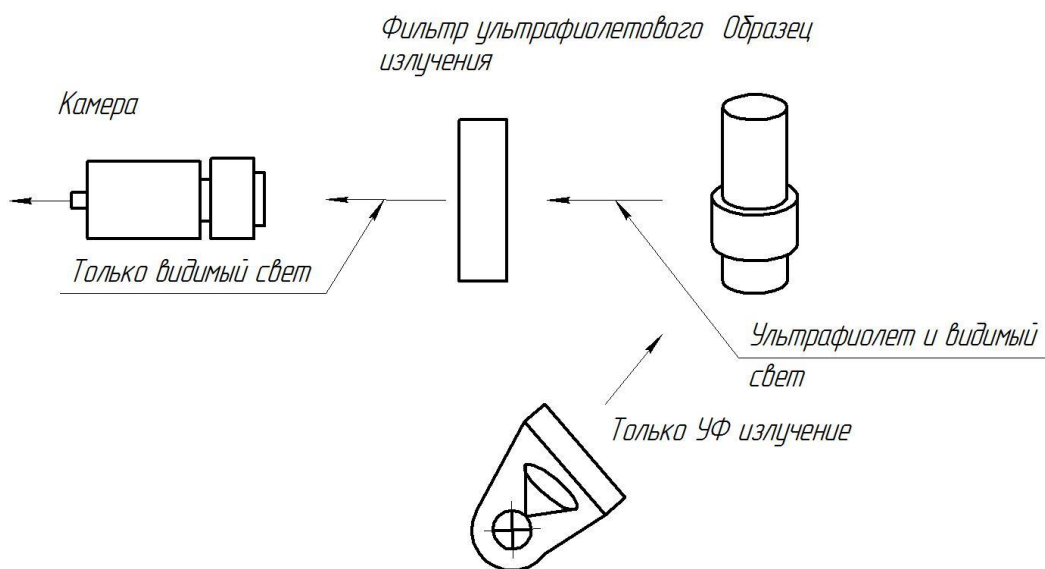


Рисунок 3.10 – Контроль объекта с кольцевым источником света

После дифракционной решетки свет из источника с очень малой выходной апертурой (отверстие или диафрагма) раскладывается на монохроматические плоскости (рисунок 3.12). Для контроля огибания каждой световой плоскостью со своей длиной волны профиля образца используется слайд проектор с переменным поглощением фильтра, который будет пропускать монохромное излучение (рисунок 3.13).

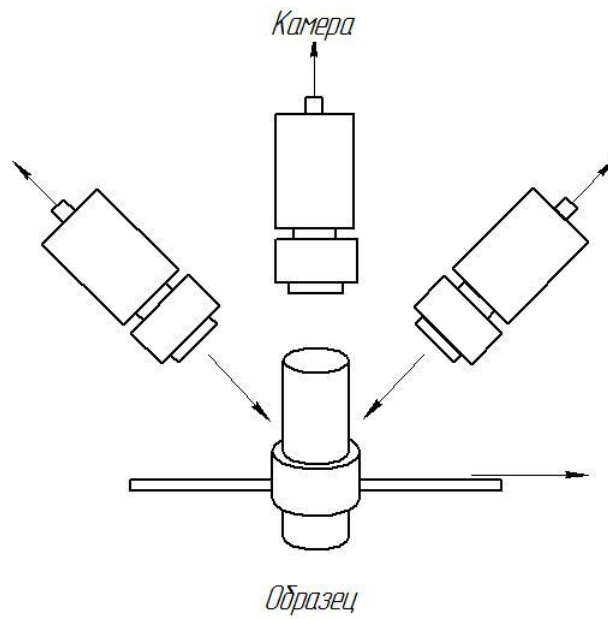


Рисунок 3.11 – Схема контроля наличия объекта с малой контрастностью

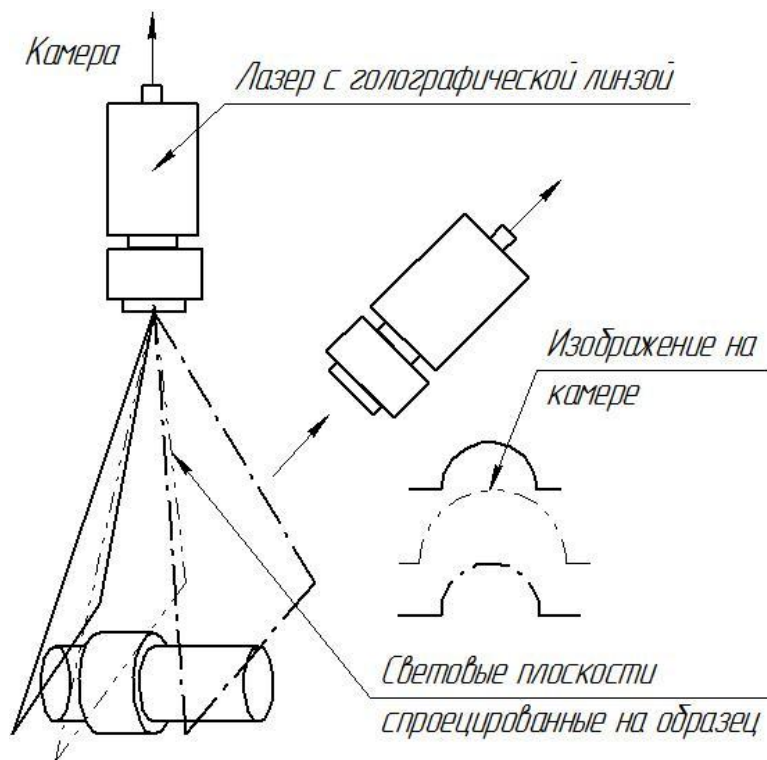


Рисунок 3.12 – Схема контроля пучком монохроматического излучения

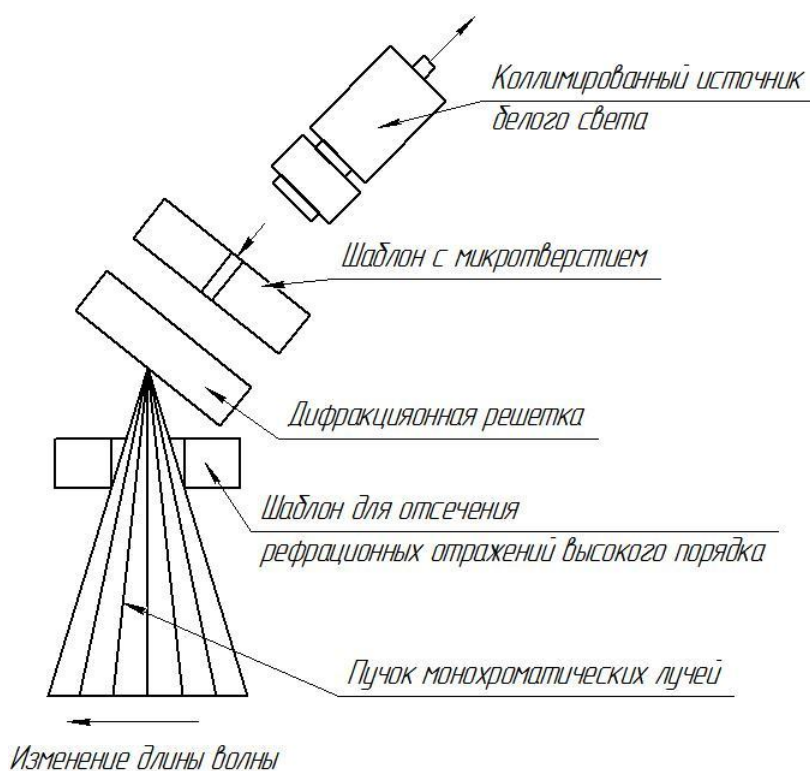


Рисунок 3.13 – Формирование монохроматических плоскостей

3.3 Проектирование оптического измерительного устройства

Контроль предлагается проводить на основе комбинированной схемы: фотографирование силуэта сориентированной свечи и использование дополнительной подсветки лазерным излучением. Компоновка устройства приведена на листе графической части. Оно состоит из цифровой камеры, которая установлена на штатив. Штатив крепится к основанию – плите. На ней закрепляется корпус с посадочным местом под свечу. На ней имеются контакты для автоматической фиксации профиля межэлектродного зазора свечи с задержкой 2 с. Сбоку на штативе закрепляется лазерный источник, который направляет луч на контролируемый объект.

Для надежного контроля свеча при установке должна быть сориентирована в угловом положении. Для этого используется сдвоенные направляющие в виде планок и шестигранного отверстия.

Калькуляция стоимости контрольного оптического устройства приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Калькуляция стоимости устройства

Элемент конструкции	Стоимость, руб.
1. Плита опорная	2000
2. Стойка штатива	2000
3. Цифровая камера	30000
4. Система оптической подсветки	5000
5. Приспособление для базирования свечи	20000
Итого	59000

Для сравнения затрат времени по выполнению контроля параметров свечи в базовом и проектном вариантах предлагается выполнить нормирование контрольных операций. В таблице 3.2 результаты нормирования базового варианта, в таблице 3.3 – для проектного варианта.

Таблица 3.2 - Нормирование измерения вручную

Переход	Время перехода, мин
1. Взять свечу	0,05
2. Взять проходной калибр	0,05
3. Провести контроль проходным калибром	0,05
4. Отложить проходной калибр	0,02
5. Взять непроходной калибр	0,05
6. Провести контроль непроходным калибром	0,05
7. Отложить непроходной калибр	0,02
8. Положить свечу	0,02
Итого	0,31

При контроле 5% от партии в 1200000 штук общее время контроля составит 18600 мин или 310 часов.

При использовании автоматизированного контрольного стенда время контроля приведено в таблице 3.3.

Таблица 3.2 - Нормирование измерения на установке

Переход	Время перехода, мин
1. Взять свечу	0,05
2. Установить в приспособление	0,05
3. Провести контроль	0,05
4. Снять и положить свечу	0,03
Итого	0,18

При контроле 5% от партии в 1200000 штук тогда общее время контроля составит 10800 мин или 180 часов. При увеличении количества контролируемых деталей до 8 % надежность предсказания увеличится в 1,2 раза, что позволит снизить количество рекламаций по поводу изделий несоответствующих заданным требованиям.

3.4 Результаты измерений межэлектродного зазора

После обработки данных по n измерений при выполнении процедур этапов методики 8D были получены следующие данные (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - Статистика по данным измерения В миллиметрах

Замер	Среднее	Средне-статистическое отклонение	Размах	Квартиль, %					n
				0	25	50	75	100	
А	0.8656250	0.01751226	0.02025	0.843	0.85475	0.8580	0.8750	0.896	24
Б	0.8665417	0.01755731	0.01950	0,841	0.85600	0.8605	0.8755	0.898	24

Тест нормальности распределения Шапиро-Уилкса для первого измерения дает показатель $W = 0.86382$ с уровнем значимости $p\text{-value} = 0.00399$. Тест Андерсона-Дарлинга на аналогичную проверку дает показатель $A = 1.2992$ с $p\text{-value} = 0.001746$. Для второго измерения Шапиро-Уилкса: $W = 0.88243$ с $p\text{-value} = 0.009305$. Тест Андерсона-Дарлинга на аналогичную проверку дает показатель $A = 1.1666$ с $p\text{-value} = 0.003798$.

Для t-тест по среднему значению (первое измерение) статистика: показатель Стьюдента $t = 242.15$, степени свободы $df = 23$, уровень значимости $p\text{-value} < 2.2e-16$. Для 95% уровня значимости доверительный интервал: от 0.8582302 до 0.8730198 (заданный уровень 0,8(+0,1) мм) со средним значением 0.865625 мм. Для второго измерения те же показатели: $t = 241.79$, $df = 23$, $p\text{-value} < 2.2e-16$ и интервал: от 0.8591279 до 0.8739555 со средним значением 0.8665417 мм.

На рисунках 3.1 – 3.10 показаны результаты статистических измерений и обработки данных для контрольных замеров.

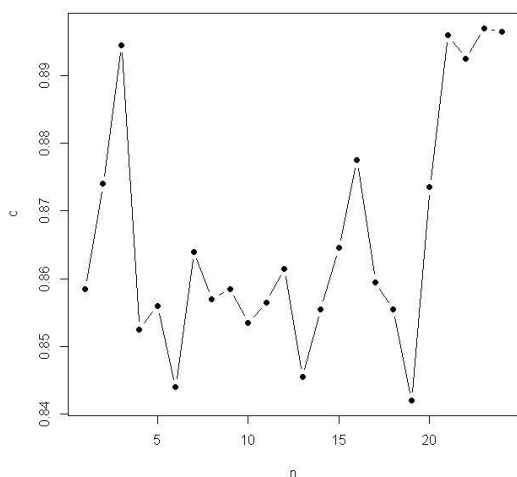


Рисунок 3.1 – Серия замеров а.
Средние значения

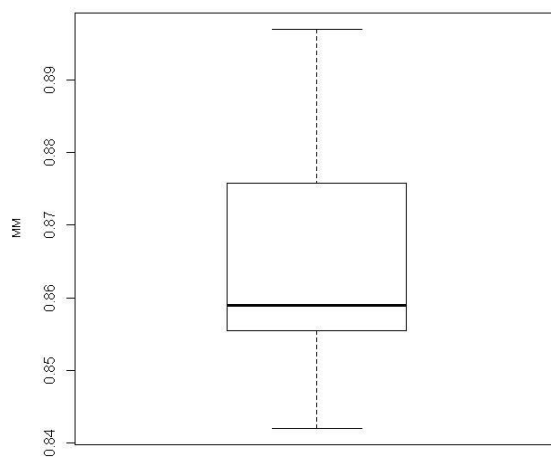


Рисунок 3.2 - Бокс плот серии
замеров а

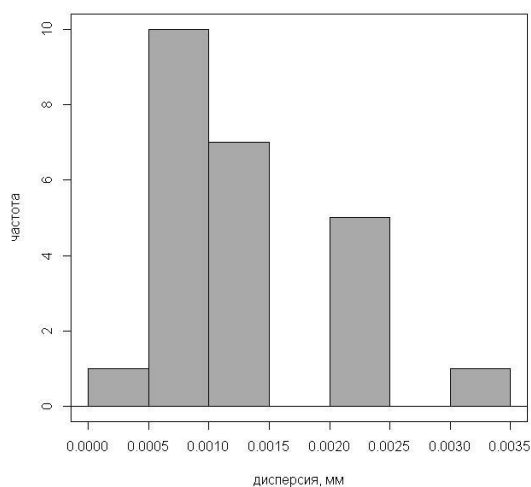


Рисунок 3.3 – Гистограмма дисперсии серии замеров а

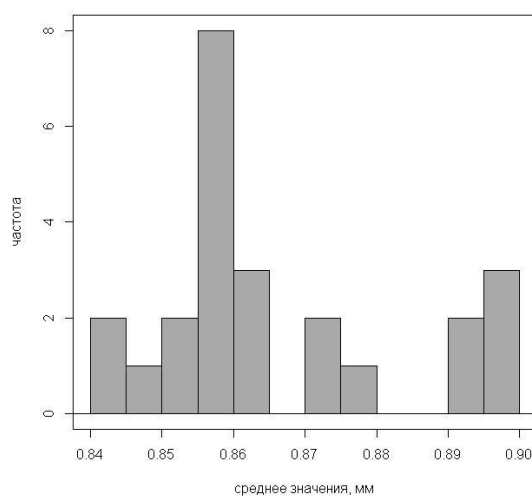


Рисунок 3.4 – Гистограмма серии средних замеров а

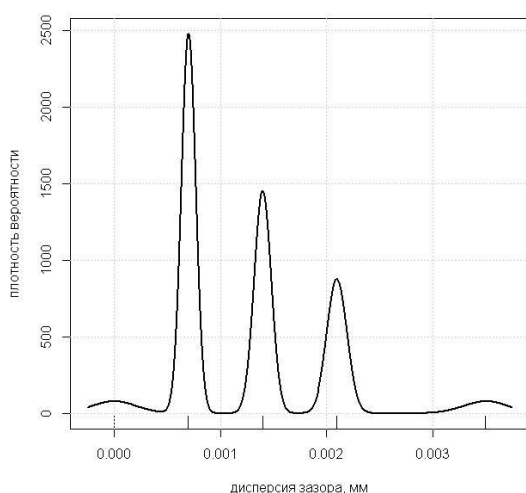


Рисунок 3.5 – Оценка плотности дисперсии

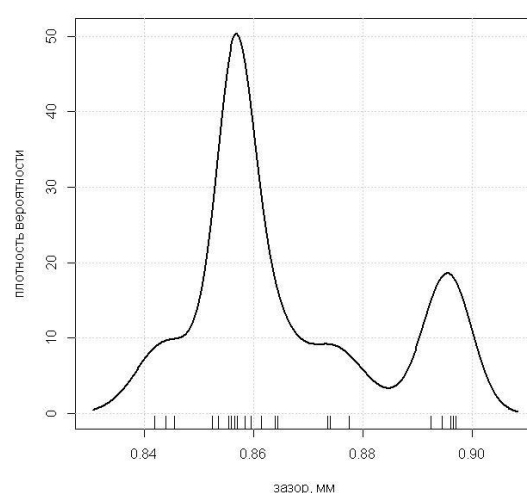


Рисунок 3.6 – Оценка плотности средних

3.5 Описание установки для автоматизированного контроля зазора

Установка разработана на основе анализа обзора общих методов и подходов к использованию бесконтактного оптического контроля геометрии небольших по размерам объектов.

Установка показана на листе графической части и предназначена для измерения межэлектродного зазора путем анализа цифрового изображения

полученного при освещении зазора полосовым источником лазерного излучения.

Установка состоит из основания 1 на котором закрепляются две стойки 4, на которых фиксируются плиты 5. На плитах винтами 21 закрепляются кронштейны 6. В них гайками 23 фиксируются винты 14 после того, как цифровой излучатель 1 и цифровой фотоприемник будут выставлены в необходимое положение винтами 21. На основании 3 винтами 22 закрепляется плита опорная 7. Она через подшипник 24 и опорные шарики 16 соединяется подвижно с втулкой вращающейся 8. На ней через кольцо поворотное 10, втулку –фиксатор 11 и промежуточное кольцо 12 в базовой втулке 13 помещается контролируемая свеча. В отверстие базовой втулки она помещается в заданном положении ориентируясь по граням корпуса свечи, так чтобы зазор был расположен поперек луча излучателя 1. Фиксатор в виде шарика 15 и регулировочного винта 14 может обеспечить поворот при необходимости на 90° .

Установка работает следующим образом. Свеча по граням помещается во базовую втулку 13. Далее производится контроль зазора путем подачи сигнала с полосового лазерного излучателя на фотоприемник. При регистрации определяется длина полосы излучения, прошедшая через зазор. По калибровочному коэффициенту (предварительно полученному по известным зазорам) вычисляют величину зазора.

Погрешность измерения складывается из-за погрешности фотоприемника, которая зависит от разрешения цифровой матрицы. Также влияет смещение свечи в отверстии базовой втулки, что приводит к смещению контролируемой поверхности и появлению дополнительных погрешностей из-за дифракции лазерного излучения. поэтому необходимо очень точно знать плоскость прохождения контролируемого электрода, что может быть реализовано лазерным интерферометром. С учетом поправочного коэффициента на положение свечи можно частично компенсировать эту погрешность.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице приведены данные по анализируемой операции [22].

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Технология входного контроля свечей зажигания	Ручной контроль/осмотр	Контролер	Стенд контрольный	Керамика, сталь
Технология входного контроля свечей зажигания	Автоматизированный контроль	Контролер оператор	Установка оптического контроля	Керамика, сталь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 - Определение рисков

Производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	2	3
Ручной контроль	острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов; динамические нагрузки, вызванные монотонностью	Свеча, щуп или проволочка
Автоматизированный контроль	повышенная напряженность электрического поля; повышенная яркость света; прямая и отраженная блескость; перенапряжение анализаторов	Установка для контроля, лазерный источник

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Результаты данного раздела приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ)

Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения ОВПФ	Средства индивидуальной защиты
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов;	Инструктажи по охране труда, удаление острых кромок и заусенцев на слесарных переходах	Перчатки с покрытием из полимера
Опасные и вредные производственные факторы, вызванные повышенной яркостью света; прямой и отраженной блескостью; перенапряжение анализаторов	Инструктажи по охране труда, применение защитных экранов и ограждений	Спецодежда, защитные очки
Опасные и вредные производственные факторы, вызванные повышенной напряженностью электрического поля	Инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, применение предохранителей	Спецодежда
динамические нагрузки, вызванные монотонностью;	Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 4.4 – 4.6 представлен комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Пожару присваивается класс Е, так как электрический шкаф установки автоматизированного контроля находится под высоким напряжением, что может стать причиной возникновения пожара.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Производственный участок	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок входного контроля	Стенд для ручного контроля и установка для автоматизированного	Пожары класса Е	Неисправность электропроводки; пламя и искры; выделение ядовитых паров при сгорании легкоплавких веществ	Части объектов, разрушившихся при возгорании, распространение тока при повреждении проводки, вредные выбросы в атмосферу из очага пожара из-за повреждения защитных сооружений, отравление окружающей среды средствами ликвидации пожара

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные лестницы	Пенная система тушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией	Напорные пожарные рукава и рукавные разветвления	Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Входной контроль свечей зажигания	Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств, пожаротушения, проведение пожарных инструктажей

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Результаты данного анализа представлены в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производственного процесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного процесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций технологического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водоснабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Входной контроль свечей зажигания	Стенд. Автоматизированная установка	-	Смазочные средства, технологические жидкости	Растворы технологических жидкостей, упаковочные материалы

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Токарная - комплексная
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Фильтрация в системе вентиляции
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Многоступенчатая очистка сточных вод
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Разделение, сортировка мусора, утилизация отходов на полигонах

4.6 Выводы по разделу

В разделе приведена характеристика рассматриваемого технического объекта: процесса входного контроля свечей зажигания. Рассматриваются ручная и автоматизированная операции. На данных операциях используются контролеры. В качестве приспособления используется автоматизированная установка оптического цифрового контроля; при этом применяются технологические и расходные вещества и материалы (керамика и стали), технические жидкости (таблица 4.1).

Проведена идентификация профессиональных рисков, где на рассматриваемых контрольных операциях выявлены опасные и вредные факторы. Это острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей и контрольных инструментов; опасные и вредные производственные факторы, от высокой напряженности электрического тока; динамические нагрузки, вызванные монотонностью; а также повышенной яркостью света, прямой и отраженной блескостью и перенапряжением анализаторов. В качестве источников выявлены контролируемый объект, а также средства контроля (ручного и автоматизированного) (таблица 4.2).

Для устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных факторов предлагаются соответствующие методы и средства. Такие, как инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, применение предохранителей, а также соблюдение периодичности и

продолжительности регламентированных перерывов (таблица 4.3).

Проведена идентификация классов и опасных факторов пожара для участка, где проводится входной контроль (таблица 4.4). Произведен выбор средств пожаротушения (таблица 4.5) и предложены организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта процесса входного контроля (таблица 4.6).

В разделе идентифицированы негативные экологические факторы технического объекта процесса входного контроля свечей (таблица 4.7). Предложены организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду: атмосферу – оснащение системы вентиляции фильтрами, гидросферу – применение многоступенчатой системы очистки сточных вод и литосферу – разделение и сортировка отходов, а также утилизация отходов на специальных полигонах (таблица 4.8).

Выполнение раздела позволило выявить наиболее значимые опасные и вредные факторы, возникающие в процессе контроля свечей зажигания, разработать мероприятия по их устранению и снижению их влияния на работника. Рассмотрев опасные вредные производственные факторы производственного объекта, воздействие этого объекта на окружающую среду, можно сделать вывод о том, что проектируемый технический объект удовлетворяет необходимым нормам и не наносит сильного вреда человеку и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Базовый вариант – входной контроль свечей зажигания осуществляется вручную щупом или калиброванной провололкой. Нормирование измерения данной операции составляет 0,31 мин. При контроле 5% от партии в 1200000 штук общее время контроля составит 18600 мин или 310 часов.

Проектный вариант – входной контроль свечей зажигания предлагается осуществлять оптический контроль зазора. Для этого необходимо использовать контрольное оптическое устройство, калькуляция которого представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Калькуляция стоимости контрольного оптического устройства

Элемент конструкции	Стоимость единицы элемента, руб.	Количество элементов	Общая стоимость элемента, руб.
Плита опорная	2000	1	2000
Стойка штатива	2000	1	2000
Цифровая камера	30000	1	30000
Система оптической подсветки	5000	1	5000
Приспособление для базирования свечи	20000	1	20000
Итого			59000

При использовании автоматизированного контрольного стенда время контроля составляет 0,18 мин. Т.е. при контроле 5% от партии в 1200000 штук тогда общее время контроля составит 10800 мин или 180 часов. Однако, данный способ позволяет увеличить количества контролируемых деталей до

8%, это увеличится надежность предсказания в 1,2 раза, и конечном счете позволит снизить количество рекламаций по поводу изделий несоответствующих заданным требованиям.

После краткого описания отличий базового и проектного вариантов, определим:

- общие капитальные вложения в проектированный вариант;
- технологическую себестоимость изменяющихся по вариантам контрольных операций;
- полную себестоимость контрольных операций по вариантам;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта контрольной операции.

Согласно соответствующим методикам [19] рассчитаем все необходимые параметры и сделаем выводы о целесообразности внедрения предложенных изменений.

Кроме стоимости описанного оптического устройства общие капитальные вложения будут учитывать затраты на проектирование и дополнительную производственную площадь, поэтому общий объем инвестиций составит 66895,42 рублей.

Следующим важным показателем при определении экономической эффективности является технологическая себестоимость. Обычно она складывается из четырех показателей: затрат на основной материал (M), основной заработной платы ($Z_{ПЛ.ОСН}$), начислений на заработную плату ($H_{З.ПЛ}$) и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$). Но так как предлагаемое совершенствование касается контрольной операции, поэтому показатель затрат на основной материал будет отсутствовать в определении технологической себестоимости операции. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

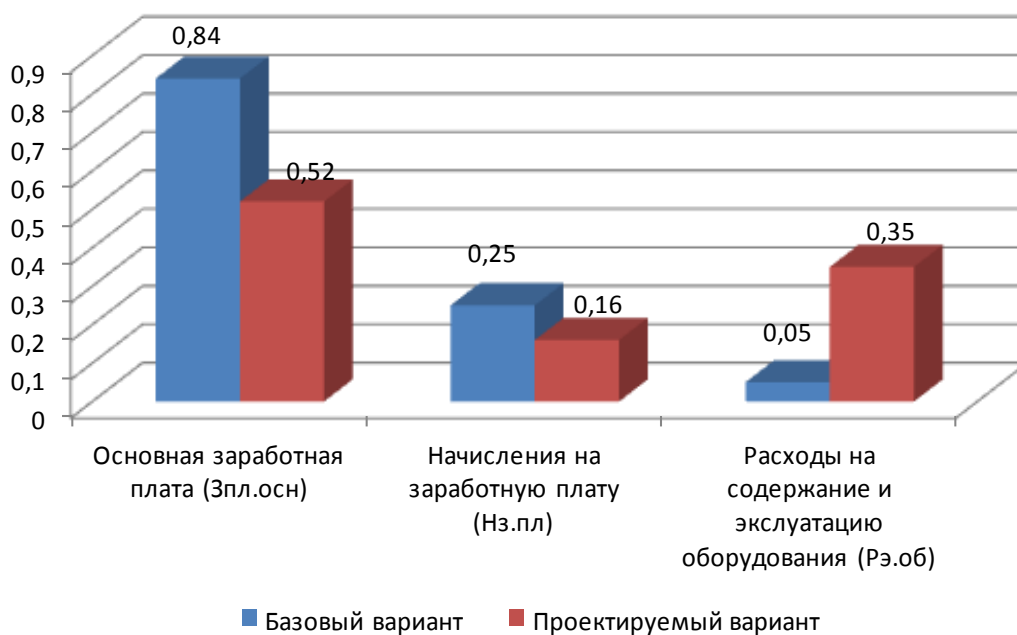


Рисунок 5.1 – Показатели технологической себестоимости по изменяющимся операциям, руб.

Анализируя представленные значения, видно, что заработная плата и начисления на заработную плату снижаются в проектном варианте, это связано с тем, что трудоемкость контрольной операции снизилась на 0,13 мин., а это составляет около 42%. При этом расходы на содержание и эксплуатацию оборудования вырастают. Это тоже обосновано, так как в базовом варианте контрольная операция выполняется вручную, и расходы включают себя, только расходы на контрольный инструмент и производственную площадь, занимаемую контрольным столом. В проекте варианте для контроля используется контрольное оптическое устройство, для которого уже требуются расходы на электроэнергию, расходы на ремонт и амортизацию, и расходы на приспособление. Не смотря на увеличение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, технологическая себестоимость в проектном варианте имеет тенденцию к снижению, для базового варианта она составляет 1,15 руб., а для проектируемого – 1,04 руб.

На базе полученных значений технологической себестоимости, основной заработной платы и соответствующих коэффициентов были определены значения цеховой, заводской и полной себестоимости, величины которых представлены на рисунке 5.2.

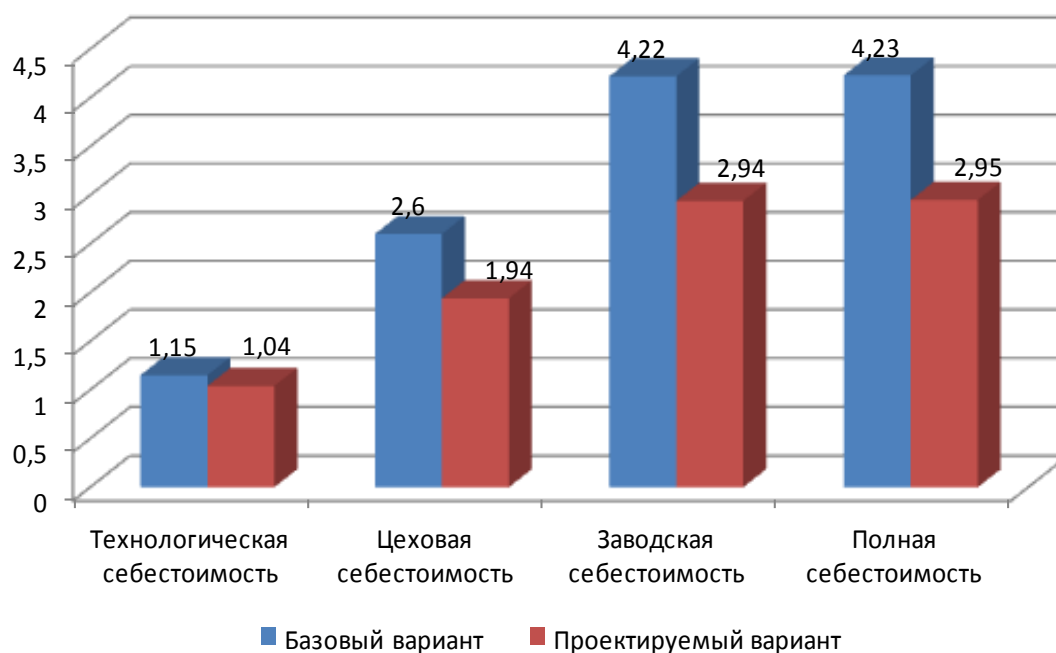


Рисунок 5.3 – Виды себестоимости и их значения по вариантам выполнения контрольной операций, руб.

Анализируя данный рисунок, видно, что в проектируемом варианте технологического процесса все показатели уменьшаются. Это позволяет получить итоговую разницу между вариантами в 1,28 руб., т.е. входной контроль свечей зажигания при использовании контрольного оптического устройства обойдется предприятию на 30,3% дешевле, чем выполнение этой операции вручную.

Такая разница между вариантами позволит предприятию получить дополнительную чистую прибыль в объеме 32570,9 руб., Это величина получилась не только за счет снижения себестоимости выполнения контрольной операции. Она также получается за счет того, что увеличивается

количество контролируемых изделий, что приводит к увеличению надежности предсказания отказов в работе, т.е. к снижению процента брака. Такая величина прибыли позволит окупить вложенные средства в течение 3-х лет. Эффективность предложенных мероприятий по совершенствованию контрольной операции, подтверждаются положительной величиной чистого дисконтируемого дохода в размере 14075,79 руб., что позволит получить прибыль на каждый вложенный рубль в объеме 1,21 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проведено повышение качества продукции современного автомобилестроения за счет повышения надежности входного контроля свечей зажигания.

Для этого используется методика 8D. Для дефектов (смещение бокового электрода, дефекты (задиры) на резьбе, не соответствие межэлектродного зазора номинальному значению) показано, как выполняется анализ проблемы, ищутся ее источник возникновения (причем все возможные). Далее разрабатываются меры по краткосрочному и долгосрочному исключению влияния данного дефекта.

Так как свеча изготавливается и поставляется на производство в массовом порядке, автоматизация контрольных операций делается в работе при помощи средств оптического цифрового анализа изображения контролируемого объекта.

Также рассмотрены меры по охране труда и экономическому обоснованию предложенного технического решения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Всеобщее управление качеством = Total Quality Management (TQM) : учеб. для вузов / О. П. Глудкин [и др.] ; под ред. О. П. Глудкина. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2001. - 600 с.
2. Азаров, В. Н. Интегрированные информационные системы управления качеством : учеб. для вузов / В. Н. Азаров, Ю. Л. Леохин ; редкол.: В. Н. Азаров [и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 63 с.
3. Стивенсон, В. Дж. Управление производством = Production/operation management : учеб. пособие / Стивенсон В. Дж. ; пер. с англ. под общ. ред. Ю. В. Шленова. - Гриф МО. - Москва : БИНОМ : Лаб. Базовых Знаний, 2002. - 927 с.
4. Вумек, Дж. Бережливое производство = Lean Thinking : Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Вумек Дж., Д. Джонс ; пер. с англ. [С. Турко]. - 4-е изд. - Москва : Альпина Бизнес Букс, 2008. - 471 с.
5. Козловский, В. Н. Моделирование электрооборудования автомобилей в процессах проектирования и производства : монография / В. Н. Козловский. - Тольятти : ТГУ, 2009. - 226 с.
6. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
7. Антонюк, В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с.
8. Белоусов, А. П. Проектирование станочных приспособлений : учеб. пособие для техникумов / А. П. Белоусов. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 1980. - 240 с.
9. Бушуев, В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с.

10. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.
11. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.
12. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.
13. Технология машиностроения : специальная часть : учеб. для вузов / А. А. Гусев [и др.]. - Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 1986. - 480 с.
14. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / В. Д. Мягков [и др.]. - 6-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. - 543 с.
15. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / В. Д. Мягков [и др.]. - 6-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. - 447 с.
16. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.
17. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.
18. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве : учеб. пособие / Л. Н. Горина. - Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ , 2016. - 68 с.
19. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию

технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.

20. Osten, W. Digital Image Processing for Optical Metrology / W.Osten. - Boston, MA : Springer Handbook of Experimental Solid Mechanics, 2008. – 564 p.

21. Batchelor, Bruce G. Machine Vision Handbook: Lighting-Viewing Methods / Bruce G. Batchelor . – London : Springer London, 2012. – 1560 p.

22. Behrens, Bernd-Arno Complaint management using the extended 8D-method along the automotive supply chain / Bernd-Arno Behrens // Production Engineering. – 2007. - volume 1. - № 1, P. 91–95.

23. Nicolae, V. Improvement of the 8D Analysis Through a System Based on the “Internet of Things” Concept Applied in Automotive Industry / V. Nicolae, L.M. Ionescu // International Congress of Automotive and Transport Engineering. CONAT - 2016. - Cham : Springer. – P. 635-642.

24. Singh, Harchand Analysis of Roughness in Turning of EN-8D Alloy Steel Using Cryogenically Treated HSS Tool / Harchand Singh // Proceedings of the International Conference on Research and Innovations in Mechanical Engineering. New Delhi : Springer India. - 2014, P. 383 – 394.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация свечи зажигания

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификация системы оптического контроля свечей зажигания

