

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы

(наименование)

15.03.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Современные технологические процессы изготовления в машиностроении

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Объективизация контроля качества деталей и неразъемных соединений  
автомобиля

Студент

В. А. Зубков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А. Ю. Краснопевцев

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

Консультанты

канд. пед. наук, доцент С. А. Гудкова

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

канд. техн. наук, доцент, А. Н. Москалюк

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

канд. экон. наук, доцент О. М. Сярдова

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

Тольятти 2021

## Аннотация

Данная выпускная квалификационная работа описывает методики контроля качества, а так же оборудование, с помощью которого производят контроль. Краткое описание этих данных позволяет ввести в курс темы даже человека, который ничего в ней не понимает.

Описание существующих методик проведения контроля качества помогло выявить в них недостатки, которые приводят к большим экономическим потерям и проявляют себя не как самые эффективные. После анализа, был предложен альтернативный метод, которые повышает эффективность проведения контроля качества. Что позволит повысить качество производимых деталей и соединений автомобиля.

Проведение экономических расчетов показало, что предлагаемые решения могут значительно уменьшить траты на проведение контроля и уменьшить время его проведения.

Так же, была рассмотрена безопасность для окружающей среды и человека. Небольшое исследование этого вопроса показало абсолютную безопасность для окружающей среды. Оказалось и безопасным для человека, при условии выполнения техник безопасности, использование технологий, которые были предложены для внедрения.

Более подробно это раскрыто в самой выпускной квалификационной работе.

## Abstract

Контроль качества	Quality control
Объективность	Objectivity
Эффективность	Effectiveness
Ультразвуковое оборудование	Ultrasonic equipment

The title of the final qualification work is the objectification of quality control of parts and all-in-one connections of the car. We start with the problem statement, and then logically move on to its possible solutions. First, we discuss the role of quality control in modern manufacturing. Then we analyze its shortcomings. Taking into account the fact that the quality of production is an integral part of any enterprise, the question of its objectivity is extremely important.

In the main part, special attention is paid to the problem of inefficient quality control. The reasons why quality control becomes biased are described. The key issue in the thesis is to solve the problem of inefficiency and bias of control.

All five sections are aimed at improving the efficiency of quality control in the production of car parts. For this purpose, a study of existing methods of quality control was conducted.

Special attention is paid to the organization of quality control and working equipment. In the thesis, the method of conducting control with ultrasonic equipment is described in detail. Taking into account the fact that the existing organization of quality control can lead to enormous economic losses, an alternative solution to this problem was proposed.

A separate part of the diploma describes the economic feasibility of the proposed solutions. The calculations showed that the proposed organization of control is more efficient and profitable from an economic point of view. Therefore, the introduction of such methods of quality control will be more than a logical move to increase the level of production.

Next, we find out the environmental friendliness and safety of the proposed solutions. Investigating this issue, we come to the conclusion that the use of the proposed equipment is safe for humans, while observing safety measures. Also, the environmental component of the issue was considered, which showed their absolute safety for the environment.

This work is of interest to a wide range of readers. Because its results can significantly affect the efficiency of production and its profit. This will give you an undeniable advantage in the market over your competitors. And it will help you earn a high reputation among consumers.

These results show that in our time, quality control is imperfect. In this paper, one of the ways to improve it was shown. The results of the thesis show a positive impact on the quality control. Significant progress has been made in understanding the organization of quality control. Thus, these results lead us to the conclusion that we need to constantly improve quality control.

## Содержание

Введение.....	6
1 Состояние вопроса .....	8
1.1 Требования к качеству деталей и неразъемных соединений автомобиля	8
1.2 Методы сварки в автомобилестроении.....	9
1.3 Развитие контроля качества .....	10
1.4 Требования к контролю качества .....	10
1.5 Обоснованность контроля качества .....	13
1.6 Виды контроля.....	16
1.7 Существующие методы контроля качества .....	16
1.8 Задачи бакалаврской работы.....	21
2 Совершенствование методики контроля качества .....	22
2.1 Направления совершенствования методики контроля качества.....	22
2.2 Предлагаемые пути усовершенствования контроля качества.....	24
3 Совершенствование организации контроля качества деталей и неразъемных соединений автомобиля.....	27
3.1 Организация контроля качества .....	27
3.2 Усовершенствование организации контроля качества деталей и неразъемных соединений автомобиля .....	30
4 Оценка экологичности и безопасности предлагаемых решений .....	34
4.1 Безопасное использование ультразвукового метода контроля .....	34
4.2 Безопасная работа с компьютером и экранами.....	35
5 Оценка эффективности предлагаемых решений.....	37
5.1 Оценка затрат на внедрение и содержание.....	37
5.2 Оценка разницы затрат до внедрения и после .....	38
Заключение .....	41
Список используемой литературы и используемых источников.....	43

## Введение

Контроль качества – одна из важнейших ступеней любого производства. Без него нельзя обеспечить изготовление или сборку на высоком уровне качества. Даже в современном мире, когда технологии позволяют производить продукцию на уровне, который значительно выше, чем был в прошлом и тем более позапрошлом веках.

Контроль качества включает в себя два элемента:

- Получение информации о фактическом состоянии продукции (о ее качественных признаках);
- Сопоставление полученных данных с заранее установленными техническими требованиями, то есть получения вторичной информации.

Но какие бы термины и технологии не использует производитель, главное – обеспечение качества продукции, а не наличие технологий, способных поднять качество на более высокий уровень, хоть и технологиях тоже забывать нельзя.

Это касается производства всей продукции, в том числе и деталей автомобиля, качество производства которых крайне важно, поскольку транспорт и так средство повышенной опасности.

Само собой, производство не может производить качественную продукцию, не имея у себя отделов, которые занимаются контролем качества, поскольку не будут знать ничего о своей продукции в плане качества. Не имея таких данных говорить уже о надежности изделия нельзя.

Но даже если есть институты проведения контроля качества, их нужно регулярно усовершенствовать, оптимизировать, а так же заниматься его объективизацией. Необъективный контроль может доставить больше проблем, чем его полное отсутствие. Об это будет сказано чуть позднее.

Что в данном контексте означает объективизация? Смысл данной формулировки сводится к следующему – поиск объективных методов

контроля качества для предприятия, замещение ими более субъективных, которые имеются на данный момент.

Результаты по внедрению решений объективизации позволят повысить уровень контроля качества, а, следовательно, появится почва для повышения уровня качества на производстве.

Следуя из этого, задачей выпускной квалификационной работы будет являться поиск решения по усовершенствованию контроля качества, путем внедрения новых, более объективных методик контроля качества, а так же усовершенствование организационных моментов, связанных с проведением контроля качества на производстве. Это позволит достичь цели – улучшение качества производимых изделий, в нашем случае деталей и неразъемных соединений автомобиля.

## **1 Состояние вопроса**

### **1.1 Требования к качеству деталей и неразъемных соединений автомобиля**

При создании новых автомобилей всегда предъявляются требования к его составляющим – деталям, не говоря уже о требованиях к самому автомобилю. Эти требования составляются исходя из среды работы, интенсивности работы и экономического видения вопроса.

Требования к качеству деталей [26]:

- Работоспособность. Сохранения рабочих параметрах в условия эксплуатации;
- Надежность. То есть, работоспособность на заданном промежутке времени;
- Экономичность;
- Прочность. Способность выдерживать различные нагрузки;
- Износостойкость. Способность сохранять размеры и геометрию трущихся элементов;
- Теплостойкость. Способность работать в заданных температурных условиях;
- Виброустойчивость. Способность работать в штатном режиме без несоответствующих колебаний.

Соответствие этим требованиям предъявляются не толь самим деталям, но и соединениям, узлам. Естественно, аналогичные требования будут предъявляться и неразъемным соединениям, которые производят разными способами: и пайкой, и склейкой, и сваркой.

Отсутствие соответствий по данным параметрам могут привести к быстрому выходу из строя готового изделия или его узлов, что пагубно отразиться на производстве.



## 1.2 Методы сварки в автомобилестроении

При производстве автомобиля появляется необходимость в сварке тех или иных элементов. Способы сварки при этом используются различные, даже современные, такие как: лазерная и плазменная. На АО «АВТОВАЗ» в 85% случаях сварочные соединения производят точечно-контактной сваркой.

Поэтому для сварки кузова автомобиля используют точечную контактную сварку, при помощи которой соединяют детали кузова между собой, делая 5000-7000 сварочных точек.

Из недостатков контактно-точечной сварки следует выделить:

- Более высокая вероятность возникновения выплесков металла в момент включения сварочного тока;
- Усложнение конструкции электродов и их эксплуатации особенно при многоточечной сварке.
- Дефекты контактной точечной сварки выделяют [28]:
- Прожог;
- Наружные трещины;
- Взрыв точек;
- Разрыв металла в кромке соединения;
- Поверхностное повреждение сплошности металла во вмятине электрода;
- Чрезмерная вмятина и неправильная вмятина от электродов;
- Темная поверхность сварных точек;
- Сварочная точка с выплеском;
- Склеивание.

Дефекты возникают при всех способах сварки, поэтому сварка всегда идет бок о бок контролем качества сварки, который выявляет дефекты, после чего их можно исправить, если есть возможность это сделать, а если нет, то просто не пропустить некачественные соединения далее на производство.

### **1.3 Развитие контроля качества**

Во времена господства ремесленного производства гарантией качества являлись известность и мастерство ремесленника. Людям этого класса было выгоднее повышение качества и красота продукции, чем выше эти показатели, тем дороже можно продать свое изделие.

Только с развитием мануфактуры и ухода от ремесленного производства стали появляться контролирующие системы, поскольку уход от ремесленных производств снизил и качество, и красоту изделий, в цену вошло количество произведенной продукции. Вопрос конкуренции на рынке заставил владельцев мануфактурных предприятий бороться за клиентов. Главными параметрами конкуренции были цена и качество, порой, как и сейчас, люди предпочитали заплатить чуть больше за более качественный продукт, чем сэкономить. Ведь, никому не хотелось сломать, скажем, меч, случайно наступив на него при падении.

С развитием технологий появились и различные способы контроля, если раньше контроль проводился только визуальным методом и разрушающим, то с некоторых моментов появилась возможность проверять качество более точно и при этом не разрушая изделие. Подобные методы появились только в прошлом столетии, до этого же количество брака на производствах было значительно выше, чем с появлением подобных технологий [21].

### **1.4 Требования к контролю качества**

От контроля качества требуется поиск некачественно произведенных производственных операций. Это позволяет не пустить к выходу с производства бракованного продукта.

Контроль качества выполняют по определенным инструкциям, которые создаются на производстве. Поскольку сплошной контроль при массовом

производстве не возможен, проводят выборочный контроль. С потока выбирают один или несколько узлов и отправляют в лабораторию качества, где и проводят все мероприятия по контролю, которые регламентированы стандартами и внутренними инструкциями предприятия [17].

На примере боковины кузова, модели ВАЗ семейства XGD, рассмотрим алгоритм проведения контроля качества сварных точек (метод контактной сварки).

Как уже было сказано, в массовом производстве используют выборочный контроль. По карте стандартных операций по контролю качества контактной сварки, выбирается одна деталь в сутки и направляется в лабораторию. Там проверяют каждую сварную точку на детали, в данном случае, на боковине их 396.

Сначала контроль производится визуально. Проверяют положение точек по краю листа и в начале ряда, отсутствие деформаций кромки листа, смещение сварочной точки на край листа наружный или внутренний, расположение сварочной точки от края листа (не более 20мм от края). А так же, проверяют шаг – равномерность точек в сварном соединении [9], [24].

Проведение контроля качества измерительными приборами. При сомнении в результатах визуального контроля положения сварочной точки, производят измерение геометрических параметров сварного соединения и элементов точки сварки штангенциркулем или линейкой. Измеренные значения должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице на плакате [9].

Далее следует проведение контроля всех сварных точек на боковине кузова автомобиля, при помощи ультразвукового дефектоскопа ЕРОСН 650, который представлен на рисунке 1.

Перед его работой точку сварки проверяют на наличие заусенцев, при необходимости точку зачищают наждачной бумагой Р80. После смазывают место проверки гелем или промышленным вазелином, для получения стабильного импульса. После это проводят контроль каждой точки

(фиксированное время на контроль одной точки 1 минута), полученные данные сопоставляют с показателями TNC [9].



Рисунок 1 – Дефектоскоп EPOCH650

Показатель TNC определяется по формуле (1).

$$TNC = \frac{\text{Кол-во точек несоответствий}}{\text{Общее кол-во точек}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Качество разбивают на три категории:

- Зеленая – ОК ( $\leq 1,0 \%$ );
- Желтая – требует корректировки ( $> 1,0 \leq 1,3 \%$ );
- Красная – NOK ( $> 1,3\%$ ).

Наличие самого дефекта в сварной точке определяется по осциллограмме на дисплее дефектоскопа, по ее рисунку (рисунок 2) также можно определить и вид дефекта, который получился во время проведения сварных работ.

При невозможности получения четкой осциллограммы, проводят контроль методом расщепления. Молотком и зубилом расщепляют сварные листы, затем осматривают сварочную точку на наличие отчетливых границ

правильного круглого литого ядра (фиксированное время выполнения: 20 секунд).

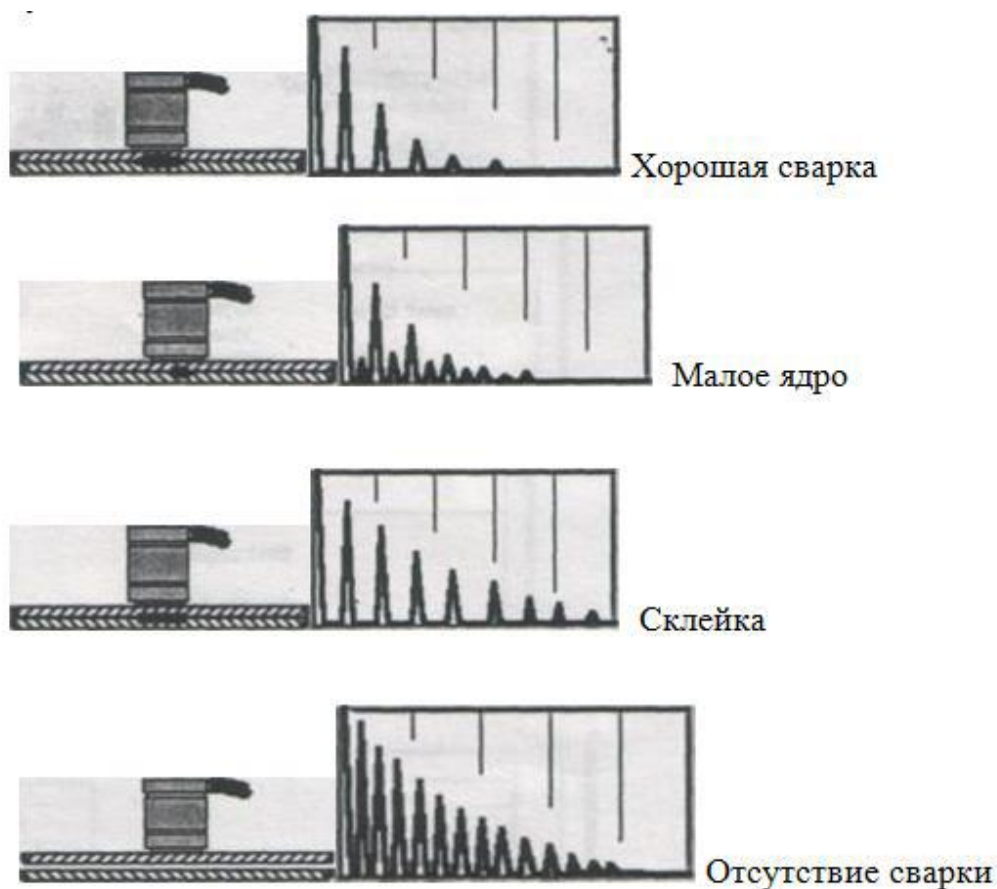


Рисунок 2 – Расшифровка осциллограммы дефектоскопа

После всех этих операций проводят запись результатов в карту контроля, для ведения статистики.

### 1.5 Обоснованность контроля качества

Обоснованно ли использование целого внутреннего института по проведению контроля качества, с дорогим и энергозатратным оборудованием, если входной контроль можно не организовывать, а внутренний минимализировать?

Это не так. Несоответствие узлов и деталей с технической требованиями может появиться в любом месте, а невозможность его обнаружения может привести к катастрофе, не только экономическим проблемам, но и привести к аварии, что может являться угрозой для безопасности человека. Поэтому, организация эффективной работы органов контроля качества, не только на производстве, но и независимых, государственных, просто необходимо.

Внутренний контроль позволяет упредить некоторые виды воровства на производствах. Есть случаи, когда недобросовестные работники готовую качественную деталь браковали, изымая ее из оборота. Затем, под видом металлолома, вывозили с территории производства, после чего отсортировывали эти детали и продавали их как полноценные детали, каковыми они и являлись. Делалось это не в единичном варианте, действовали целые группы, которые организованно вносили в брак 8-10 % партии (партия 2000 шт.), это конечно приводило к убыткам, поскольку за год сворованных в таком формате деталей набиралось на целый состав.

Входной контроль в наше время на массовом производстве не используется, хотя, на первый взгляд может показаться, что его наличие обязательно. Действительно, выглядит очень логичным, проверять поставляемые на производство детали и узлы, никому же не нужно иметь проблемы с установкой. Из-за такой проблемы на время будут вынуждены остановить поток производства, пока не заменят дефектную деталь или даже всю партию, что приведет к экономическим убыткам. Но на деле же, договоры с поставщиками заключаются таким образом, что при подобных случаях все экономические убытки восполняет сам поставщик, причем на таких условиях, что производству, на которое поставили дефектные узлы, выгодно получить компенсацию. Из-за таких мер поставщик вынужден контролировать качество у себя на производстве и гарантировать поставку 100 % качественной продукции. Так же поставщик при поставке некачественно продукции будет вынужден нанять третью фирму, которая

арендует помещения на производстве, для сортировки и проведения мелких ремонтных работ на месте. Из-за таких условий поставщику будет выгоднее проводить контроль качества самому и не проставлять несоответствующие договоренностям детали и узлы, чем надеется на входной контроль партнера. А производство таким путем освобождает себя от трат на организацию и поддержку входного контроля качества, которое отнюдь не дешевое [4], [5].

Поскольку высокий уровень контроля качества позволит повысить качество производимой продукции, то предприятия стараются держать отделы, осуществляющие контроль качества с высококвалифицированным персоналом и хорошим оборудованием. Это касается не только производства техники, но и производства продуктов питания и других сфер производств. Все ключевые моменты качества не только производства техники, но и любой другой продукции отображены на рисунке 3 [11].

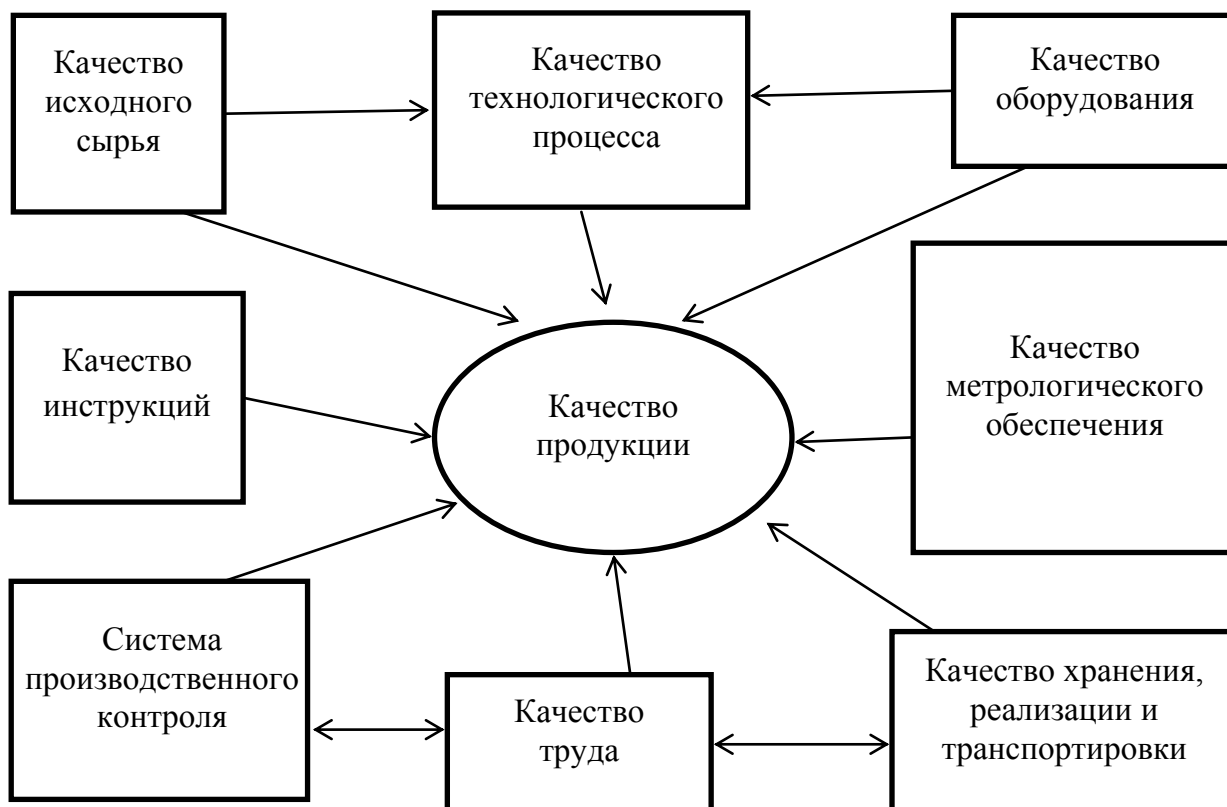


Рисунок 3 – Качество продукции

Отсутствие институтов по контролю качества приводит к проблемам на сборочном этапе, что влечет за собой торможение всего производства, что в свою очередь уменьшает производительность.

## **1.6 Виды контроля**

Виды контроля различают по следующим параметрам [1], [21]:

- По стадии осуществления: при проектировании; производственный (на стадии производства); эксплуатационный;
- По методу выполнения: скользящий; стационарный;
- По этапу производства: входной; проверочный; операционный; приемочный или окончательный;
- По охвату продукции: выборочный, сплошной, непрерывный; периодический;
- По степени автоматизации: ручной; автоматический; механический.

Вся эта информация учитывается при организации, оптимизации и повышении эффективности контроля качества, не важно, входного или внутреннего.

## **1.7 Существующие методы контроля качества**

Существует несколько распространенных методов контроля [2], [25], [27]:

- Визуальный контроль. Самый простой способ, который 25 проводит сам сварщик после проведения сварки. Суть заключается в том, чтобы осмотреть шов на предмет видимых дефектов, а так же замерить сам шов при помощи элементарных измерительных приборов (рисунок 4);





Рисунок 4 – Визуальный контроль качества

– Капиллярный контроль. Суть сводится к тому, что применяется жидкость, с высокой текучестью, которая проникает в тонкие пустоты. Затем производится зачистка, при которой микротрещины останутся окрашены (рисунок 5);

#### Этапы контроля проникающими веществами (капиллярного метода)

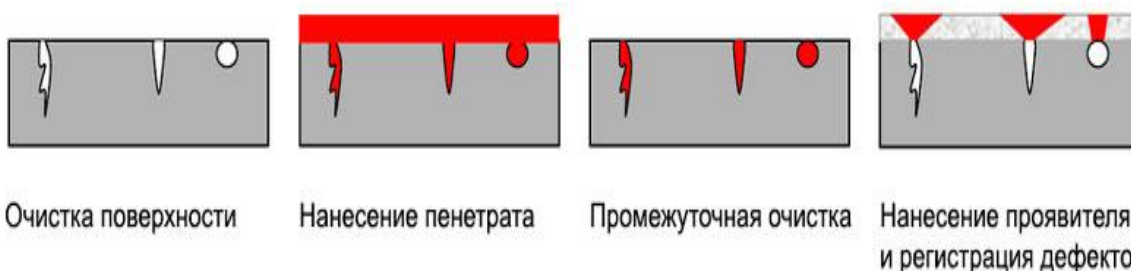


Рисунок 5 – Этапы контроля проникающими веществами

– Магнитный. Тут уже требуется оборудование, по итогам работы которого будет ясно качественный ли шов (рисунок 6);

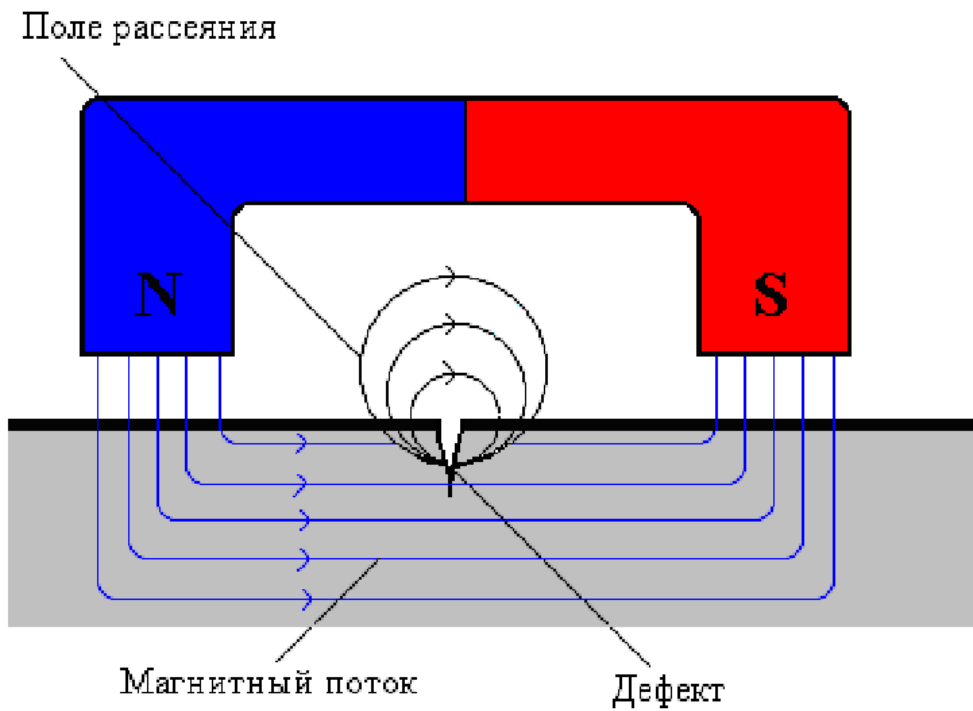


Рисунок 6 – Схем магнитного контроля качества

– Ультразвуковой контроль. Также требует использования оборудования, которое и поможет выявить возможный дефект (рисунок 7);

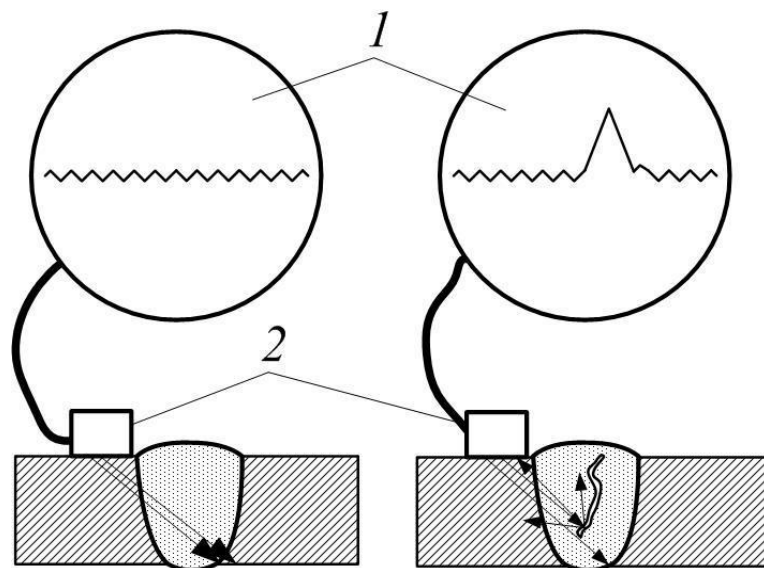


Рисунок 7 – Схема ультразвукового контроля качества

– Радиографический контроль. По факту, тот же рентген, который просветит уже не части тела человека, а детали или сварные швы, а на изображении будут показаны возможные пустоты (рисунок 8);



Рисунок 8 – Схема контроля радиационными методами

– Разрушающий контроль. При этом методе дальнейшее использование проверяемого элемента невозможно, как он подвергается сильному механическому или химическому воздействию, после которых изделие приходит в негодность.

Эти методы можно использовать как для сплошного контроля, так и для случайного, выборочного, а некоторые проводить сразу на месте. При этом большинство способов можно использовать и на входном, и на внутреннем контроле.

– 3D-сканирование, изображено на рисунке 9. Суть заключается в том, что в компьютер сканера добавляют электронную модель узла, созданную на стадии проектировки изделия, дальше эта модель

используется, как шаблон для проверки. Сканер исследует деталь, поступившую на проверку, и сопоставляет ее с моделью, которая есть в его базе данных.

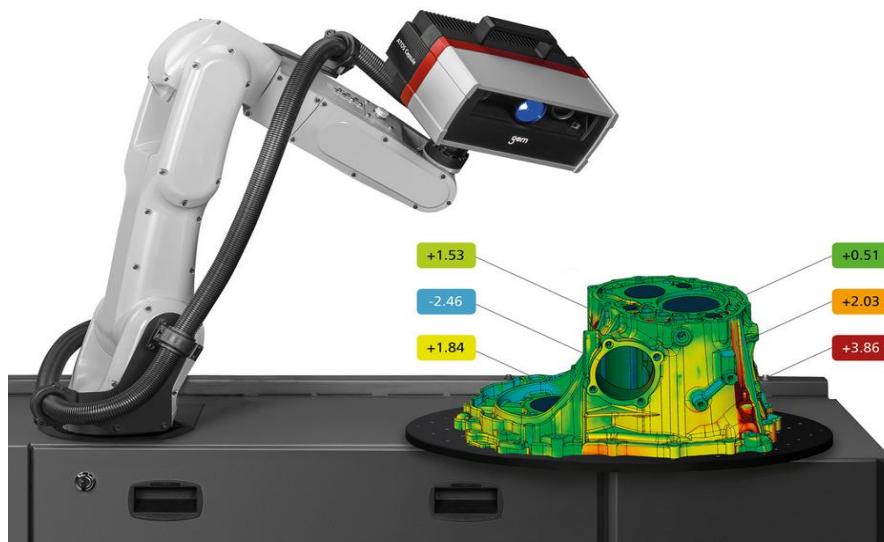


Рисунок 9 – 3D-сканер

Получается, что этот метод схож с визуальным контролем, только проверяет не человек, а компьютер, при помощи сверхточных сканеров. Этот способ позволяет осмотреть не только какой-то конкретный участок детали, а всю ее поверхность.

При помощи 3D-сканирования можно обеспечить проведение сплошного контроля, как на входе, так и внутри производства, так как он не занимает много времени, а оборудование для него можно разместить прямо на конвейере. Таким образом, некачественные детали будут помечаться машиной, как бракованные. Так же, плюсом этого способа является то, что человеческий фактор исключен.

Такое разнообразие методов контроля качества позволяет осуществлять контроль в различном спектре изготовления изделий, применяя один метод там, где невозможно проведение другого.

## 1.8 Задачи бакалаврской работы

При существующих недостатках в проведении контроля качества, а именно: большое количество снимаемых кузовов для проверки, при обнаружении несоответствий в проверяемом кузове, использование дорогого импортного оборудования, без русского программного обеспечения. Для этих моментов можно провести объективизацию, для получения более высокого качества.

Таким образом, для достижения намеченной цели, необходимо решить несколько следующих задач:

- Предложение собственных решений по совершенствованию методик в пользу более объективных;
- Предложение решений по более эффективной организации контроля качества;
- Оценка безопасности и экологичности предлагаемых решений;
- Оценка эффективности предлагаемых решений.

Решение этих задач позволит произвести объективизацию контроля качеством, что приведет к улучшению качества в целом.

Таким образом, проведя исследование по состоянию вопроса впускной квалификационной работы, были приведены методы контроля и требования к качеству, после анализа этих данных были сформированы задачи для дальнейшей работы в ВКР.

## **2 Совершенствование методики контроля качества**

### **2.1 Направления совершенствования методики контроля качества**

Совершенствование метода контроля может проводиться в нескольких направлениях [24]:

- Упрощение использования оборудования для контроля. Сюда входит и облегчение прибора, например;
- Создание более совершенного оборудования;
- Увеличение точности прибора для проведения контроля;
- Возможность проведения контроля компьютером, без участия человека;
- Замена оборудования на более дешевое, отечественное.

Уменьшение массы прибора – это самый простой способ упростить способ проведения контроля. Сделать это можно, например, заменив металлический корпус и другие элементы, если это позволяет конструкция, на полимерные детали. Это повысит мобильность оборудования. Конечно, если необходимости переносить прибор нет, то вкладывать ресурсы в подобное усовершенствование нет никакого смысла. За исключением использования таких случаев для экономических махинаций и банальной кражи денег, которые могут выделить для модернизации оборудования. Это ставит вопрос о реальной необходимости усовершенствования тех или иных приборов и методов контроля. Каждое оборудование, со временем, устаревает, это неизбежно и даже технологии, которые несколько лет назад были передовыми, уже не являются таковыми, примером может послужить старый ультразвуковой дефектоскоп УД2-12, изображенный на рисунке 10.

Изобретение более компактных приборов, с возможностью автономного питания, для той же ультразвуковой дефектоскопии позволяет проводить контроль не только в определенном месте, где подключен прибор,

но и на любом другом участке, поскольку прибор не привязан ни к источнику питания, ни оборудованному цеху [20].



Рисунок 10 – Дефектоскоп УД2-12

Таким является дефектоскоп УСД-50 IPS (рисунок 11) на аккумуляторном питании, в ударопрочном корпусе, что во многих сферах использования может оказаться неоспоримым преимуществом. Масса такого прибора менее двух килограмм, что так же является огромным плюсом, поскольку рабочему персоналу не нужно будет тратить много сил на его перенос к месту работы. А возможность съема аккумулятора позволит не ставить на зарядку весь прибор, а просто поменять в нем питающий элемент, который предварительно был поставлен на зарядку.

Продолжительность работы такого дефектоскопа около десяти часов, что позволит использовать его на протяжении всей рабочей смены, не подключая его к сети электричества. А возможность записи данных и передачу их на компьютер через USB сильно упрощает ведение статистики по проведению контроля качества.



Рисунок 11 – Современный ультразвуковой дефектоскоп УСД-50 IPS

Современные методы контроля позволяют проводить его без участия человека, всем занимается компьютер, оснащенный специальным программным обеспечением и оборудованием. Таким методом является 3D-сканирование.

## 2.2 Предлагаемые пути усовершенствования контроля качества

В наше время очень большое количество возможностей для усовершенствования, это касается не только методов контроля, но и в целом техники. Развитие техники проходит на высокой скорости. В связи с этим, наиболее перспективным является внедрение автоматизированных систем.

Такой автоматизированной системой является проведение контроля качества при помощи 3D-сканирования, его применяют для контроля геометрии деталей и неразъемных соединений на разных производствах.



Сканирование геометрии приходит на смену сверки с шаблонами и калибрами. Это более точный способ контроля, чем ручной.

Так как система 3D-сканирования автоматизирована и участие человека в ней минимально и в самом процессе он не чувствует, это устранит человеческий фактор. Это даст возможность уменьшить число ошибок, а так же решит частично проблему с воровством узлов и деталей, поскольку сканер не будет специально отбраковывать качественные детали, чтобы потом их продать за пределами производства. А скорость работы, по заявлению завода-изготовителя таких сканеров занимает 15 % времени, которое на эту операцию тратит человек.

Поскольку данный метод контроля имеет большой спектр применения, так как, компьютер самостоятельно анализирует деталь или соединение и сверяет его с моделью-образцом, то не нужно привлекать к работе специалиста, разбирающегося сразу в нескольких узлах и их производстве. Программа может нести в себе несколько шаблонов, это позволяет вести наблюдение не за одной деталью, а за несколькими видами, что сэкономит на покупке аналогичных систем.

Другой предлагаемый путь усовершенствования – это переход на аккумуляторные, переносные приборы для проведения контроля. Это позволит проводить контроль качества деталей в различных точках производства, что может пригодиться для проведения мероприятий по случайному или выборочному контролю. Так же, переносной и автономный прибор позволит уменьшить количество закупок подобной аппаратуры, поскольку ее очень просто перенести без применения разных приспособлений (тележек, погрузчиков). А если уменьшить количество приборов, то это так же приведет к сокращению рабочих мест, на оплаты которых уходят финансы. Или же замена существующих подобных дефектоскопов ЕРОСН650, импортного производства на отечественные аналоги, такие как УСД-50 IPS. При схожих характеристиках, а они практически идентичны, у отечественного экземпляра есть ряд преимуществ:

- Наличие программного обеспечения на русском языке, чего лишен ЕРОСН650;

- Наличие ударопрочного корпуса, что увеличит надежность прибора;

- Данный аппарат имеет более низкую стоимость.

УСД-50 IPS отечественного производства, что может стать шагом в импортозамещении, а так же налаживания более тесного контакта с производителем и заказы более специализированной техники или модернизации существующей под конкретные задачи.

Во второй главе были рассмотрены варианты усовершенствования контроля качества, путем модернизации оборудования или его замены. Были предложены и конкретные предложения по замене дефектоскопа на более совершенное и переносное, к тому же и отечественного производства.

### **3 Совершенствование организации контроля качества деталей и неразъемных соединений автомобиля**

#### **3.1 Организация контроля качества**

Одним из важнейших факторов роста эффективности производства является улучшение качества выпускаемой продукции. Повышение качества выпускаемой продукции расценивается в настоящее время, как решающее условие её конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Конкурентоспособность продукции во многом определяет престиж страны и является решающим фактором увеличения её национального богатства [14], [23].

Организацией контроля качеством занимается любое предприятие в самом начале наладки производства. Поскольку, от качества продукции во многом зависит и успешность всей организации.

Направленность на совершенствования действующей системы контроля качества продукции должна быть таковой, чтобы было обеспечено её функционирование на основе реального механизма управления качеством, сориентированного на изготовление конкурентоспособной продукции, удовлетворяющей требованиям имеющихся и потенциальных заказчиков [19].

Для обеспечения требуемого качества каждого вида продукции на предприятии должна функционировать отдельная система управления качеством продукции [16].

Контроль качества – обязательная функция системы управления качеством. Поэтому тем, насколько грамотно организована система контроля качества, во многом определяется эффективность всей системы управления качеством организации. Система контроля – это совокупность средств контроля, исполнителей определенных объектов контроля,

взаимодействующих по правилам, установленным соответствующей документацией [14].

Контроль разделяют на входной и внутренний. Входной контроль отвечает за качество поставляемых элементов или сырья, внутренний контроль следить за качеством собственной продукции.

Организация контроля должна пройти так, чтобы работа отдела, осуществляющего контроль, была эффективна, не затратная и не тормозило последующие этапы производства, которые, в случае задержки из-за отдела по контролю, будет вынуждено ждать, пока пройдет проверку на качество узел или деталь.

Управление качеством делится на этапы [7], [13]:

- Установление внутренних технических условий качества;
- Оценка качество конструкции. Качество может отвечать техническим требованиям фирмы на конструкцию изделия, однако, сама конструкция может быть как высокого, так и низкого качества;
- Назначение норм, которые отвечают требованию потребителя;
- Обратная связь. Полученные данные нужно использовать для повышения качества на производстве.

Поняв структуру организации контроля, мы выделим аспекты, в которых будем проводить улучшение.

Кроме обеспечения оборудования, персонала, нужно создать стратегию контроля, сбор данных и их анализ, организовать профилактику брака. Обустроить иерархию отдела, зоны ответственности и обеспечить обратную связь, получения практической пользы проведенного контроля.

В большинстве случаев имеет смысл подразделять затраты на брак, на затраты по определению брака, затраты по устранению брака и затраты, которые явились следствием брака [10].

От правильности организации контроля качества и наладки работы отдела, отвечающего за него, зависит функционирование всего предприятия. Поскольку, правильная организация потребует финансовых вложений и если

с ней ошибиться, то можно просто инвестировать деньги в пустоту, а в некоторых случаях и понести убытки, обеспечивая нужды отдела по контролю качества [18].

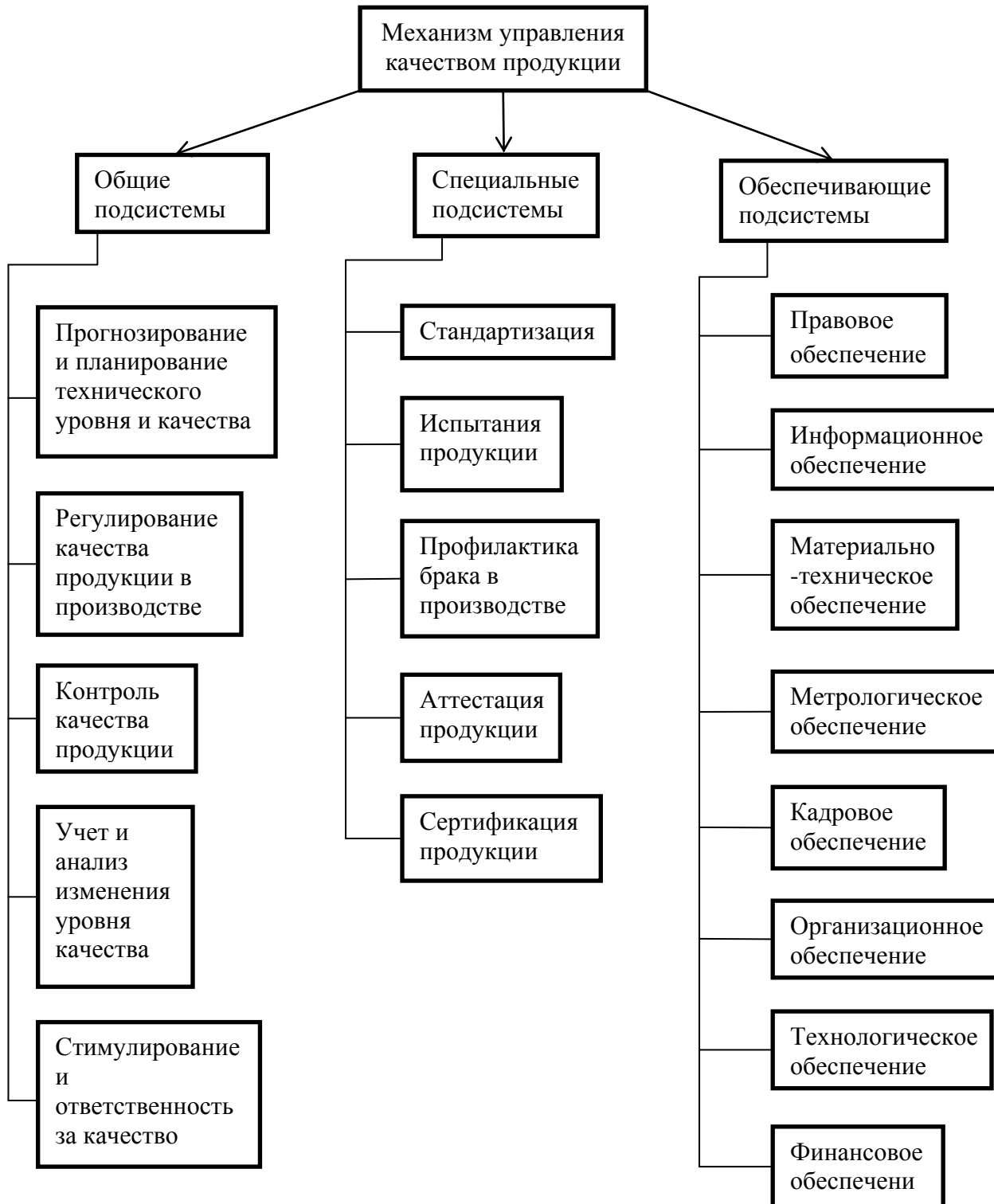


Рисунок 12 – Элементы механизма управления качеством продукции

Все эти институты должны регулярно проверяться, чтобы те не работали в пустую, проверяя на качество то, что в этом не нуждается и упуская при этом важные моменты, требующие регулярной проверки на качество.

### **3.2 Усовершенствование организации контроля качества деталей и неразъемных соединений автомобиля**

Усовершенствование организации контроля качества – это та же модернизация производства, которая имеет под собой объективные причины.

Разберем причины, которым могла появиться необходимость в усовершенствовании организации контроля качества:

- Неэффективная работа отдела
- Переоснастка производства, контролировать которое старая организация будет не в состоянии
- Появление новых требований по качеству

Каждая из этих причин, даже отдельно от остальных является весомой для реформации организации контроля качества. В ВКР будет рассмотрен вариант с улучшением существующей организации, поскольку та имеет явные недостатки.

Указанный в пункте 1.4 алгоритм выборочной проверки дает возможность проверить один узел в сутки, при обнаружении дефектов на проверяемом узле возникнет вопрос на счет подобных дефектов на узлах данной партии. Вся партия будет снята с производственной линии, и работники отдела по качеству будут проверять по тому же алгоритму каждый узел. А за смену сваривается 250 кузовов, то есть, 500 в сутки. При времени проверки каждой сварочной точки в одну минуту, трата времени на один кузов составит 6,6 часов, перепроверка пойдет на все узлы, которые были до этого контроля, и которые будут идти после, это 750 кузовов. Значит, на перепроверку уйдет 4950 часов.

Чтобы избежать таких временных потерь, можно ввести дополнительно новую систему случайной выборки для осуществления контроля, при которой, уменьшится количество проверяемых узлов, в случае обнаружения дефектов.

Суть заключается в том, чтобы проверять с какой-то выборкой несколько сварных точек на боковине кузовов, чтобы уменьшить количество кузовов, отправляемых на пере проверку. Кузова перед покраской ждут своей очереди в отгрузочном цеху разное количество времени, пока не присвоят цвет и не разрешат его отправить в покрасочный цех. В этом цеху есть возможность реализовать наш оперативный выборочный контроль.

Перейдем к решению этой задачи. Раз в смену проходит 250 кузовов, то для упрощения системы, проверяемая машина должна быть по номеру кратна 25, то есть: 1, 25, 50, ..., 100 и так далее. Самым оптимальным вариантом будет взять для проверки первый кузов в смене и каждый 25 последующий. За смену нужно проверить все 396 точек, на разных узлах, минимум дважды. Для таких упрощения вычислений округлим 396 до 400. Так как мы выбираем первый, каждый 25 кузов, к концу смены будет проверено 10 кузов, т. е. 1, 26, 51, 76, 101, 126, 151, 176, 201 и 226. Для достоверности решено провести минимум два круга проверки каждой сварочной точки, значит общее минимальное количество проверяемых точек равно 792. Из инструкции по проведению контроля известно, что на одну точку регламентирована 1 минута работы, следовательно, на контроль всех точек дважды уйдет 792 минуты, переведем в часы [12]:

$$792/60=13,2 \text{ часов}$$

В ходе расчетов вышло 13,2 часа рабочего времени, само собой, длиться рабочая смена столько времени не может, следовательно, для выполнения задачи потребуются два человека. Нам нужно проверить каждую точку за смену дважды, значит 792 точки, округлим до 800, чтобы упростить

счет, а дальше считаем, сколько точек нужно проверять на каждом контролируемом кузове:

$$800 \text{ точек} / 10 \text{ кузовов} = 80 \text{ точек на кузов}$$

Таким образом, за одну смену будет частично проверено 10 кузовов из 250, и проверена каждая точка по два раза. При условии работы завода в 2 смены, проверена каждая точка в сутки будет 4 раза. Это позволит сократить количество кузовов, отправляемых на перепроверку.

Найдем количество, до которого сократится число кузовов, которые нужно будет перепроверять. В случае нахождения отклонений от требуемых показателей, контроль уйдет партия из 25 кузовов до и 25 кузовов после оперативного контроля, в котором были обнаружены дефекты, это 50 кузовов, вместо 750.

Таким образом отобрать точки, на кузовах, чтобы от кузова к кузову проверить все и повторится только дважды. Это случайная выборка с исключением использованных вариантов:

- Из 396 выбираем 80 случайных точек;
- Убираем проверенные 80 точек из общего количества, из оставшихся 316 снова случайным образом выбираем другие 80 точек;
- Еще раз убираем проверенные точки, из оставшихся 236 делаем случайную выборку 80 точек;
- Снова убираем проверенные точки из общего количества, из оставшихся 156 точек выбираем еще 80 случайных точек;
- Убираем проверенные точки из оставшегося количества, осталось 76 точек, которые еще не подвергались контролю

Каждая группа из 80 точек проверяется на следующем кузове, предполагаемого для контроля. Количество операций равно 5, кузовов, которые попадут под проверку 10, таким образом, каждая точка за смену будет проверена дважды.



Такую систему контроля оперативно можно обеспечить, используя переносное оборудование на аккумуляторах, такое как дефектоскоп УСД-50 IPS. Он легкий, имеет функцию записи, для ведения точной статистики. Из-за этих качеств его легко будет использовать для методик проведения дополнительного контроля качества, перенося от кузова к кузову, а продолжительность его работы позволит проводить при помощи него контролирующие операции на протяжении всей смены, не опасаясь того, что у его аккумулятора закончится заряд.

Такой подход к организации дополнительного контроля поможет получить и более достоверные данные о качестве сварки, и уменьшит время на перепроверку партии, в случае нахождения каких-либо несоответствий с регламентированными техническими требованиями.

Таким образом, в этой главе были изучены существующие системы организации контроля качества и исходя из их недостатков были представлены конкретные предложения по усовершенствованию контроля качества, которые являются более объективными относительно существующих.

## **4 Оценка экологичности и безопасности предлагаемых решений**

Экологичность и безопасность важно проверять на каждом предприятии, поскольку превышение норм этих факторов может привести к загрязнению окружающей среды, которая и без того загрязняется выбросами и прочими постпроизводственными отходами, а нормы безопасности существуют для обеспечения благоприятных рабочих условий, без вреда здоровью.

В моей квалификационной работе не представляются решения, которые могут повлиять на экологическую обстановку, так как оборудование, предлагаемое для использования, питается от электричества и не имеет отходов своей работы. Поэтому оценки данного параметра не будет, поскольку оценивать нечего.

О безопасности же наоборот многое требует оценки. Прибор, который предлагается для использования в контроле качества использует ультразвук для выполнения задачи. Использование человеком такой технологии может повлиять на его здоровье.

### **4.1 Безопасное использование ультразвукового метода контроля**

Ультразвуком называют механические колебания, распространяющиеся в упругих средах (жидкости, газе) и твердых телах. Воспринимается он с верхним порогом слышимости свыше 20 кГц, причем звуковое ощущение могут вызывать и более высокие частоты, но при очень высоких интенсивностях (120-145 дБ) [22].

Ультразвук обладает главным образом локальным действием на организм, поскольку передается при непосредственном контакте с ультразвуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, где возбуждаются ультразвуковые колебания. Ультразвуковые колебания, генерируемые низкочастотным промышленным оборудованием, оказывают

неблагоприятное влияние на организм человека. Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов. Наиболее характерным является наличие вегетососудистой дистонии и астенического синдрома [22].

Врачебные исследования помогли найти решения, которые призваны ограничить влияния ультразвука на организм человека, а государственные органы установили нормы работы с ультразвуком.

Для уменьшения влияния ультразвука в процессе работы рекомендуется использовать хлопчатые перчатки с резиновым покрытием снаружи. А при работе с источниками контактного ультразвука в течении 50% рабочего дня исследования говорят о необходимости устраивать перерывы десятиминутный за 1-5 часа до обеденного перерыва и пятнадцатиминутный через 1,5-2 часа после, для проведения физиофилактических процедур [21].

Так же персонал, работающий с контактным ультразвуком, подлежит периодическим медицинским осмотрам, в соответствии с приказом Минздрава РФ № 302н от 12.04.11 г.

#### **4.2 Безопасная работа с компьютером и экранами**

Работа с предлагаемым дефектоскопом и проведение контроля качества при помощи 3D-сканирования – это работа персонала с компьютером и экраном на дефектоскопе. Компьютер осуществляет нагрузку на зрение и костно-мышечную систему.

Экран дисплея светится с интенсивностью осветительного прибора. Диапазон яркостей между изображением на экране и предметами окружающей обстановки зачастую превышает тот диапазон, на который рассчитан глаз человека. Это вызывает сильную усталость глазных мышц и локальные нарушения кровообращения [3].

К перенапряжению глаз приводит и неправильное освещение, неудачно выбранное место для компьютера и продолжительная работа без перерывов. Устранив эти причины, можно свести к минимуму вред от технического несовершенства мониторов с электронно-лучевыми трубками [3].

Рекомендации, ученых по решению этих проблем предельно просты. Следует делать небольшие перерывы в работе с компьютерами, проводить зрительную гимнастику, которая позволит расслабить глаза и уменьшить на них влияние.

Человек, работающий за компьютером, подолгу пребывает в вынужденной неподвижной позе. И речь идет не о гиподинамии, хотя и это актуально, более вредно то, что мышцы и кости человека испытывают огромные нагрузки. Дело не в величине нагрузок – они невелики, – а в их характере. Когда человек сидит за компьютером, он длительное время пребывает в положении, которое оказывается неудобным для его костно-мышечной системы. При этом нарушается обмен веществ в мышцах, мышечная ткань становится более плотной, а скелет испытывает значительные статические нагрузки [3].

Решения проблемы подобного влияния решаются аналогичным способом, как и с влиянием на зрение. Периодические краткие перерывы в работе, для проведения зарядки и правильное положение при самой работе с компьютером.

Исходя из представленной информации, безопасность предлагаемых решений зависит от правильной организации рабочего процесса. При соблюдении рекомендаций, правил и норм работы с ультразвуком и компьютерами причинение вреда здоровью персоналу не грозит. Работа на данном оборудовании безопасна.

## 5 Оценка эффективности предлагаемых решений

### 5.1 Оценка трат на внедрение и содержание

Для оценки эффективности предлагаемых решений посчитаем затраты на внедряемые предложения, которые понесет предприятие в ходе этого самого внедрения. Для этого нужно определить:

- Затраты на заработную плату рабочим;
- Затраты на закупку оборудования;
- Затраты на потребляемую электроэнергию;
- Прочие траты, необходимые для обеспечения работы оборудованием.

Заработная плата считается по 3му разряду, исходя из стандартов по АО «АВТОВАЗ» и будет составлять 21067,3 рубля в месяц.

Для обеспечения рабочего комплекта, по стандартам завода, покупка оборудования осуществляется так, чтобы один прибор работал, второй лежал готовым, а третий заряжается. Поскольку для выполнения операций по контролю необходимо двое рабочих, то необходимо купить 6 дефектоскопов. Плюс, закупить шкаф, для хранения оборудования.

Таблица 1 – Затраты на оборудование

Наименование	Цена за штуку (руб.)	Количество	Общая сумма (руб.)
Дефектоскоп УДС50IPS	298000	6	1788000
Шкаф	43800	1	43800
Итого:			1831800

Мы посчитали разовые траты для внедрения предлагаемого решения. Теперь нужно посчитать переменные траты за год, чтобы понять, сколько будет стоить содержание. Одна из позиций данного расчета – электроэнергия на зарядку аккумуляторов дефектоскопа. Поскольку его мощность равна

15 В, а заряжается он 3,5 часа, то на зарядку одного аккумулятора уйдет 52,2 В. А так как их 6, то зарядка всех дефектоскопов затратит 313,2 В в сутки.

Таблица 2 – Переменные затраты

Наименование	Количество	Стоимость за единицу (руб.)	В месяц (руб.)	В год (руб.)
1. Заработная плата	4шт.	21067,3	84269,2	1011230,4
2. Страховые отчисления 30,2 %	4шт.	6362,32	25449,28	305391,36
3. Электроэнергия	313,3В	0,00432	28,4	340,8
4. Промышленный вазелин	1шт.	49	1029	12348
5. Наждачная бумага	4шт	27,8	2335,2	28022,4
6. Перчатки	4шт	8	32	384
Итого:			113143,08	1357716,96

Итого, переменные затраты на содержание предлагаемых решений будут составлять 1357716,96 рублей в год. Эта величина со временем может меняться, так как цены и тарифы ежегодно меняются, поэтому величину переменных затрат на проведение ультразвукового контроля необходимо будет ежегодно пересчитывать.

## 5.2 Оценка разницы затрат до внедрения и после

Как уже было сказано в разделе 3, при обнаружении базовым контролем несоответствий, на экстренный полный контроль отправят 750 кузовов, известно, проверка одного кузова занимает 6,6 часов, значит, проверка всех 750 займет 4950 часов. При заработной плате в 21067,3 рублей, один час стоит 125,4 рубля. При такой проверке плата будет по двойному тарифу, по стандартам АО «АВТОВАЗ».

$$\text{Дополнительные выплаты рабочим} = 4950 \text{ч.} \cdot 125,4 \text{р.} \cdot 2 = 1241460 \text{р}$$

Столько завод потратит дополнительно, если при базовой проверке в кузове найдут несоответствия.

Поскольку в предлагаемом варианте каждая сварная точка будет проверена 4 раза и плюс базовая проверка, то есть 5 раз, то поисковые способности повысятся в 5 раз, поскольку в базовом варианте за сутки проверялась каждая точка 1 раз. Поэтому в случае обнаружения под экстренный полный контроль отправят не 750 кузовов, а 150.

Вычислим стоимость экстренного полного контроля для 150 кузовов и стоимость дополнительных выплат рабочим за выполнение этого контроля:

$$150 \cdot 6,6 \text{ч.} = 990 \text{ч.}$$

$$\text{Дополнительные выплаты рабочим} = 990 \cdot 125,4 \text{р.} \cdot 2 = 248292 \text{р}$$

Итого при обнаружении несоответствий по критериям качества сварных точек, дополнительные траты на выплаты рабочим, за совершение экстренной полной проверки составляет 248292 рубля.

В базовом варианте на дополнительные траты вышло 1241460 рублей, а в предлагаемом варианте за ту же операцию – 248292 рубля.

$$\Delta = 124160 \text{р.} - 248292 \text{р.} = 993168 \text{р.}$$

Поскольку стоимость одного дефектоскопа меньше 1 миллиона, то его амортизация будет проходить сверхбыстро и произойдет за год после внедрения данного оборудования.

Экономия на одном инциденте составила 993168 рублей, с каждым последующим экономия будет складываться. Стоимость внедрения и содержания в год предлагаемого решения составляет 3189516 рублей, естественно, в последующие года будут траты только на содержание,

которые составят 1357716,92 рублей. Окупаемость произойдет через 4 инцидента.

Меньшие затраты при проведении экстренного контроля доказывают экономическую эффективность предлагаемых решений. К чему и стремится каждое предприятие в ходе модернизаций или запуска новых организационных моментов в тех или иных сферах управления или исполнения.

Таким образом, подводя итоги экономического раздела выпускной квалификационной работы, мы приходим к выводу, что предлагаемые решения по усовершенствованию организации контроля и проведению его методик являются эффективными с точки зрения экономической целесообразности.



## Заключение

В выпускной квалификационной работе был исследован вопрос о способах сварки при производстве деталей и неразъемных соединений автомобиля. Это показало, какой способ сварки используется чаще других, и по какой причине. Так же исследование этого вопроса показало проблему с качеством, которое нужно контролировать.

Более подробное изучение вопроса контроля качества показало способы его проведения, используемое оборудование, а так же современное оборудование, способное в разы уменьшить время контроля. Узнав о существующих инструкциях по контролю качества, были найдены субъективные моменты его проведения и недостаточную эффективность.

Для устранения этих проблем были поставлены конкретные задачи, решение которых позволило повысить объективность эффективности путем внедрения нового оборудования на предприятие и разработка нового принципа по проведению случайного выборочного контроля.

Так же была аргументирована замена оборудования на более новое, отечественного производства. Была доказана эффективность предложений по организации контроля качества в экономической главе.

Предлагаемое оборудование, которое пришло на смену старым решениям, таким как шаблоны и калибры, не только ускоряет процесс контроля, но и делает его в разы точнее, позволяет его использовать в большем спектре контроля, а оно является значит более объективным. Что является важным в ключе это бакалаврской работы.

Предлагаемое проведение случайного выборочного контроля позволило более эффективно находить возможные несоответствия с требованиями и тратить на устранение меньшие суммы. А предлагаемый дефектоскоп для данных операций обладает рядом преимуществ перед используемым на данный момент.

Таким образом, все задачи бакалаврской работы решены, организация предложенного проведения контроля качества объективизирована, а это значит, что цель, повышение качества, которую и ставили в начале работы, достигнута.

Конечно, направления для продолжения усовершенствования остаются. Возможно, в скором времени появится новый дефектоскоп, который позволит уменьшить время операции по контролю. Так же, автоматизация проведения случайного контроля удешевит процесс и сделает его быстрее и более точным, а значит объективнее.

Поскольку, задачи решены, цель достигнута и направления для продолжения работы в этом ключе рассмотрены, выпускная квалификационная работа на этом закончена.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Виды контроля качества сварных соединений. URL: <https://vtmstol.ru/blog/vidy-kontrolja-kachestva-svarnyh-soedinenij> (дата обращения: 15.02.2021)
2. Волченко В. Н. Контроль качества сварки. М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.: ил.
3. Влияние ПЭВМ на здоровье человека URL: <http://40.rospotrebnadzor.ru/center/stats/132710/> (дата обращения: 22.05.2021)
4. Гумеров А. В. Совершенствование системы входного контроля качества промышленного предприятия / А. В. Гумеров. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы экономических наук: материалы I Междунар. науч. конф. (г. Уфа, октябрь 2011 г.). – Уфа: Лето, 2011. – С. 88-90. URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/11/1071/> (дата обращения: 15.02.2021).
5. Денисов И. В., Смирнов А. А. Методика проведения входного контроля качества запасных частей на предприятиях системы автотехобслуживания // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=10753> (дата обращения: 22.03.2021)
6. Дипломное проектирование. СТП 2.107-84 – Тольятти: толпи, 1985
7. Зубков В. А. Поиск и анализ входного контроля качества на производстве: курсовая работа, 2021. – 13 с.
8. Казаков Ю. В. Преддипломная практика/ Сост Ю. В. Казаков – Тольятти: ТГУ, 2007 – 13 с.
9. Карта стандартной операции «Процедура» / Н. В. Садурдинова, корректировки Н. В. Коваленко, АО «АВТОВАЗ», 2021
10. Контроль качества. URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/quality-control.html> (дата обращения 22.01.2021)

11. Контроль качества на производстве и в сфере услуг, его виды и источники возникновения. URL: <https://finzav.ru.turbopages.org/finzav.ru/s/management/kontrol-kachestva-na-proizvodstve-i-v-sfere-uslug-ego-vidy-i-istochniki-vozniknoveniya> (дата обращения: 21.02.2021)

12. Математическая статистика: учеб. пособие /Д. К. Агишева, С. А. Зотова, Т. А. Матвеева, В. Б. Светличная; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – 159 с.: ил.

13. Организация контроля качества. URL: <http://sergeeva-i.narod.ru/quality/page6.html> (дата обращения: 13.02.2021)

14. Организация контроля качества: реферат – URL: [https://otherreferats.allbest.ru/management/00197522\\_0.html](https://otherreferats.allbest.ru/management/00197522_0.html) (дата обращения 13.02.2021)

15. Производственная практика студентов. СТП 2.11-80 – Тольятти: толпи, 1988

16. Пути совершенствования контроля качества продукции. URL: [https://studbooks.net/1456584/menedzhment/puti\\_overshenstvovaniya\\_kontrolya\\_kachestva\\_produktsii](https://studbooks.net/1456584/menedzhment/puti_overshenstvovaniya_kontrolya_kachestva_produktsii) (дата обращения 19.02.2021)

17. Развитие отечественных систем управления качеством. URL: [https://studopedia.ru/2\\_111538\\_razvitie-otechestvennih-sistem-upravleniya-kachestvom.html](https://studopedia.ru/2_111538_razvitie-otechestvennih-sistem-upravleniya-kachestvom.html) (дата обращения: 22.03.2021)

18. Ребрин Ю.И. Управление качеством: учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. С. 31-32

19. Совершенствование контроля качества продукции. URL: [https://studbooks.net/1456584/menedzhment/puti\\_overshenstvovaniya\\_kontrolya\\_kachestva\\_produktsii](https://studbooks.net/1456584/menedzhment/puti_overshenstvovaniya_kontrolya_kachestva_produktsii) (дата обращения: 22.03.2021)

20. Совершенствование методов контроля качества продукции на предприятиях – URL: [https://studref.com/357997/ekonomika/overshenstvovanie\\_metodov\\_kontrolya\\_kachestva\\_produktsii\\_predpriyatiyah](https://studref.com/357997/ekonomika/overshenstvovanie_metodov_kontrolya_kachestva_produktsii_predpriyatiyah) (дата обращения: 18.02.2021)

21. Совершенствование процесса входного контроля качества на предприятии (на примере предприятия ОАО «ГМС Нефтемаш» в г. Тюмени). URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=880599#text> (дата обращения: 22.03.2021)

22. Ультразвук. Источники и влияние на организм человека. URL: <https://orenfbuz.ru/news/ultrazvuk-istochniki-i-vliyanie-na-organizm-cheloveka> (дата обращения 22.05.2021)

23. Defining Perceived Quality in the Automotive Industry: An Engineering Approach. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115006034> (дата обращения: 22.06.2021)

24. Grot Karl-Heinrich. Springer Handbook of Mechanical Engineering, 2009. – 1589 p. URL: <https://www.pdfdrive.com/springer-handbook-of-mechanical-engineering-e158756676.html> (дата обращения 16.03.2021)

25. Hart D. E. and Katz J. M. Ultrasonic Measurement of Weld Penetration. URL: <https://ru.scribd.com/document/246873373/Ultrasonic-Measurement-of-Weld-Penetration> (дата обращения 17.03.2021)

26. Mazur Magdalena. Quality assurance processes in series production of car elements. QPI 2019, том I, выпуск 1, стр. 610-617. URL: [https://www.researchgate.net/publication/338273113\\_QUALITY\\_ASSURANCE\\_PROCESSES\\_IN\\_SERIES\\_PRODUCTION\\_OF\\_CAR\\_ELEMENTS](https://www.researchgate.net/publication/338273113_QUALITY_ASSURANCE_PROCESSES_IN_SERIES_PRODUCTION_OF_CAR_ELEMENTS) (дата обращения: 01.04.2021)

27. Quality control and assurance in fabrication of welded structures subjected to fatigue loading / T. Stenberg, E. Åstrand, Z. Barsoum, A. Ericson Öberg, C. Schneider, J. Hedegård. 2017. Welding in the World, 61(10). URL: [https://www.researchgate.net/publication/318110082\\_Quality\\_control\\_and\\_assurance\\_in\\_fabrication\\_of\\_welded\\_structures\\_subjected\\_to\\_fatigue\\_loading](https://www.researchgate.net/publication/318110082_Quality_control_and_assurance_in_fabrication_of_welded_structures_subjected_to_fatigue_loading) (дата обращения 13.01.2021)

28. Resistance Spot Welding Process: Experimental and Numerical Modeling of the Weld Growth Mechanisms with Consideration of Contact

Conditions / E. Feulvarch, P. Rogeon, P. Carré, V. Robin, G. Sibia, J. M. Bergheau // Numerical Heat Transfer Applications 49(4):345-367. URL: [https://www.researchgate.net/publication/233027414\\_Resistance\\_Spot\\_Welding\\_Process\\_Experimental\\_and\\_Numerical\\_Modeling\\_of\\_the\\_Weld\\_Growth\\_Mechanisms\\_with\\_Consideration\\_of\\_Contact\\_Conditions](https://www.researchgate.net/publication/233027414_Resistance_Spot_Welding_Process_Experimental_and_Numerical_Modeling_of_the_Weld_Growth_Mechanisms_with_Consideration_of_Contact_Conditions) (дата обращения 21.02.2021)