

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

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ  
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы автоматизированного проектирования в машиностроении

(профиль)

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Разработка программы по автоматизированному учету повреждений и дефектов кузова автомобиля»

Студент(ка)

Н.А. Германов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

А.В. Скрипачев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., доцент Е.Н. Почекуев

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Ельцов

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

## Содержание

Введение	4
1. Автоматизация при подготовке и сопровождении действующего производства	7
1.1 Системный подход в проектировании и сопровождении систем автоматизированного проектирования и управления	9
1.1.1 Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования	11
1.2 Состав и назначение САПР технологической подготовки производства и сопровождении действующего	15
1.3 Формирование производственной базы данных	18
1.4 Структура системы	19
2. Понятие системы управления базами данных	20
2.1. Основные функции СУБД	24
2.2 Принцип организации электронного архива	28
2.3 Структура электронного архива	31
3. Основные причины износов, дефектов и повреждений кузовов	33
3.1 Эксплуатационные, конструктивные, а также возникающие из-за неправильного хранения и ухода за кузовом дефекты и повреждения	35
3.2 Технологические (производственные) дефекты	42
4. Обнаружение дефектов и методы их устранения	50
4.1 Результаты анализа возникновения дефектов на производстве автомобилей на платформе В0	54
5. Основные инструменты работы группы по отработке дефектов повреждений и предотвращению их возникновения	57
5.1. Упущения действующей системы	66
5.2 Разработка программы по автоматизированному учету повреждений и дефектов кузова автомобиля	69
Заключение	72
Список используемой литературы	73

Приложение 1

Приложение 2

Приложение 3

## **Введение**

В настоящее время важной задачей, стоящей перед различными отраслями промышленности, является внедрение прогрессивных технологий, позволяющих повысить качество изготавливаемой продукции, уменьшить себестоимость и различные виды затрат на её производство.

На ОАО «АВТОВАЗ» в производстве автомобилей на платформе В0 56,46% всех дефектов составляют дефекты повреждений (деградации кузова).

В связи с высоким уровнем дефектов повреждения, было принято решение о создании группы по Анти деградации. К сожалению тема по дефектам повреждений кузова практически никак не отображена в литературе. Не было найдено ни одного источника технической документации, где было бы подробно написано о способах проработки дефектов повреждений и о способах предотвращения их появления. Есть небольшое количество источников, описывающих способы устранения дефектов повреждений, возникающих в процессе эксплуатации, но это не актуально для сопровождения действующего производства.

Большое внедрение компьютеризации в условиях научно-технического прогресса обуславливает рост производительности труда в различных сферах общественного производства. Основное внимание при этом обращается на те области, где рост производительности труда до непосредственного применения электронных вычислительных машин проходил крайне медленно. Это, в первую очередь, сферы, связанные с использованием умственного труда человека, т.е. проектирование и исследование объектов и процессов, управление производством.

Качество производства в значительной степени определяет темпы технического прогресса.

Прогресс производства в нынешних условиях связывают с достижениями в сфере автоматизации при подготовке и сопровождении производства. В связи с тем, что проектирование и разработка технологий являются ступенью производства (логическим уровнем), то прогресс ступеней

подготовки и сопровождения действующего производства также должен определяться автоматизацией.

Эти положения определяют **актуальность и научную новизну** разработки по программы по автоматизированному учету повреждений кузова.

**Объект** – программа по автоматизированному учету дефектов и повреждений кузова.

**Предмет** – действия, которые могли бы снизить вероятность возникновения дефектов повреждений

**Цель** – повысить качество выпускаемых автомобилей путем снижения вероятности возникновения дефектов. Решение этого вопроса имеет важное значение для развития машиностроения.

Цель исследования предусматривает решение следующих **задач**:

- описать необходимость автоматизации при подготовке и сопровождении действующего производства;
- описать состав и назначение САПР при подготовке и сопровождении производства;
- определить понятие системы управления базами данных;
- произвести анализ принципов организации электронного архива;
- проанализировать литературу и описать основные причины износов, дефектов и повреждений кузовов;
- провести наблюдение и описать способы обнаружения дефектов и методы их устранения;
- провести наблюдение и определить основные причины возникновения дефектов на производстве автомобилей на платформе В0;
- принять участие в работе группы по Анти деградации и описать основные инструменты работы группы по отработке дефектов повреждений и предотвращению их возникновения;
- проанализировать действующую систему и описать ее упущения;

- провести описание разработки программы по автоматизированному учету повреждений и дефектов кузова автомобиля.

**Методы исследования:** сравнительный, метод классификации и систематизации материала, наблюдение и др.

**Практическая значимость** работы заключается в возможности использования материалов магистерской диссертации в практике снижения общего уровня дефектности, отработки дефектов повреждений, а также предотвращении их появления, особенно возможность архивации и использования картографии по рискам возникновения дефектов повреждения.

Цели и задачи определили **структуру** магистерской диссертации.

## **1. Автоматизация при подготовке и сопровождении действующего производства.**

В результате повсеместного внедрения компьютеризации в условиях научно-технического прогресса произошел огромный рост производительности труда в различных сферах общественного производства.

Наше внимание главным образом обращено на те области, где рост производительности труда до использования электронной вычислительной техники проходил крайне медленно. В первую очередь стоит отметить области, непосредственно связанные с использованием умственного труда человека, а именно проектирование и исследование объектов, в том числе и процессов, а также управление производством и его сопровождение.

Ни у кого не вызывает сомнения, что совершенствование новой техники в современном мире и условиях замедляется в первую очередь сроками и не всегда удовлетворительным качеством их реализации, и лишь во вторую отсутствием научных достижений и инженерных идей.

Темпы технического прогресса в значительной степени определены качеством производства, в автомобилестроении в том числе.

Прогресс производства в настоящее время можно связать с непосредственными достижениями в сфере автоматизации производства. В связи с тем, что разработка технологии и проектирование являются этапом производства, то прогресс ступени сначала подготовки, а потом и сопровождения действующего производства должен также определяться автоматизацией.

При условии неавтоматизированной подготовки и сопровождении производственного процесса результаты во многом обуславливаются подготовкой руководящего персонала, а именно их производственным опытом, также профессиональной интуицией и другими не менее значительными факторами. Автоматизированная подготовка и сопровождение производства позволяют уменьшить субъективизм при принятии решений, также увеличить точность расчетов, определить наилучшие варианты для

внедрения в том числе, основываясь строго на математическом анализе вариантов, и что немаловажно эффективнее использовать технологическое оборудование с программным управлением.

## **1.1 Системный подход в проектировании и сопровождении систем автоматизированного проектирования и управления**

Системы автоматизированного проектирования и управления можно отнести к числу наиболее сложных искусственных систем в современном мире. Без системного подхода проектирование подобных систем было бы невозможно. В связи с этим идеи и положения системотехники можно назвать составной частью дисциплин, которые посвящены изучению современных автоматизированных систем и что немаловажно технологий их использования. Конкретизация и интерпретация системного подхода имеют место в ряде известных подходов с другими названиями, рассматриваемыми как части системотехники: объектно-ориентированный подходы, блочно-иерархический, структурный.

При использовании к примеру структурного подхода (непосредственно как разновидности системного) возникает необходимость синтезировать версии системы из блоков или компонентов и давать оценку данным видам при их частичном переборе с обязательным предварительным прогнозированием характеристик блоков.

Блочно-иерархический подход к проектированию использует варианты декомпозиции сложных описаний объектов и в связи с этим, средств их создания на иерархические аспекты и уровни; вносит понятие стиля проектирования (восходящее и нисходящее); устанавливает связь между параметрами соседних иерархических уровней. Ряд важных структурных принципов, которые используются при разработке информационных систем и, в первую очередь всего их программного обеспечения, выражен в объектно-ориентированном подходе к проектированию. Подобный подход имеет нижеописанные преимущества в решении проблем управления сложностью и интеграции программного обеспечения:

- во-первых, вносит в модели приложений большую структурную определенность, тем самым распределяя процедуры и данные между классами объектов;

- во-вторых, сокращает объем спецификаций при непосредственном введении в описание иерархии объектов и отношений наследования между свойствами объектов разных уровней иерархии;

- в-третьих, снижает вероятность искажения данных в результате ошибочных действий за счет ограничения доступа к определенным уровням данных в объектах. Согласование и интеграцию программного обеспечения облегчает описание в каждом классе объектов допустимых обращений к ним и принятых форматов сообщений.

В том числе для всех подходов к проектированию сложных систем характерны следующие особенности:

- Во-первых, структурирование самого процесса проектирования, которое выражается декомпозицией проектных задач и документации, также выделением стадий, этапов и проектных процедур. Данная структуризация является основной сущностью блочно-иерархического подхода к проектированию;

- Во-вторых, итерационный характер проектирования;
- В-третьих, типизация и унификация средств проектирования.

К основным характеристикам сложных систем зачастую относят следующие понятия.

Целенаправленность – это свойство искусственной системы, которое выражается назначением системы. Данное свойство необходимо для оценки эффективности вариантов системы.

Целостностью также называют свойство системы, которое характеризует взаимосвязанность элементов и наличие зависимости выходных параметров от параметров элементов, стоит отметить, что в таком случае большинство выходных параметров не будет являться простым повторением или суммой параметров элементов.

Иерархичность – это свойство сложной системы, которое выражает целесообразность и возможность ее иерархического описания, а именно представления в виде нескольких уровней, между компонентами которых

имеются отношения целое-часть.

Немаловажными составными частями системотехники являются следующие основные разделы: анализ и моделирование систем; иерархическая структура систем, организация их проектирования; синтез и оптимизация систем.

Оптимизацию и моделирование желательно выполнять с учетом статистической природы систем.

### **1.1.1 Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования**

В случаях использования блочно-иерархического подхода к проектированию представления о проектируемой системе делят на *иерархические уровни*. Традиционно на верхнем уровне используют более не детализированное представление, которое отражает только самые общие характеристики и особенности проектируемой системы. На последующих уровнях степень подробности описания обычно увеличивается, при этом рассматривают уже отдельные блоки системы, однако учитывая воздействия на каждый из них его соседей. Подобный подход позволяет на каждом иерархическом уровне формулировать задачи необходимой сложности, которые поддаются решению с использованием тех, средств проектирования, которые уже имеются. Разделение на уровни должно происходить таким образом, чтобы документация на блок любого уровня была доступна для обзора и могла восприниматься одним человеком.

Если говорить другими словами, блочно-иерархический подход является декомпозиционным подходом (в том числе зачастую его можно назвать диакоптическим), основанном на делении сложной задачи большой размерности на параллельно и/или последовательно решаемые группы задач небольшой размерности, что в свою очередь определенно уменьшает требования к имеющимся вычислительным ресурсам или время решения задач.

В таком случае можно говорить не только об иерархических уровнях

спецификаций, а также и об иерархических уровнях проектирования, в свою очередь понимая под каждым из них совокупность спецификаций некоторого иерархического уровня непосредственно с постановками задач, также методами получения описаний и решения возникающих проектных задач.

Стоит отметить, что список иерархических уровней в каждом приложении может быть специфичным, однако стоит отметить для большинства приложений характерно следующее наиболее традиционное выделение уровней:

- первый уровень - системный, на котором решают наиболее общие задачи проектирования систем, процессов и машин; результаты проектирования обычно представляют в виде схем размещения оборудования, генеральных планов, диаграмм потоков данных, структурных схем и т.д.;
- второй уровень - макроуровень, на котором проектируют отдельные устройства, узлы приборов и машин; результаты представляют в виде принципиальных, функциональных и кинематических схем, а также сборочных чертежей и т.д.;
- третий уровень - микроуровень, на котором проектируют отдельные детали и элементы приборов и машин.

Число выделяемых уровней и их наименования в каждом приложении могут различаться.

В зависимости от последовательности решения задач иерархических уровней можно обозначить восходящее, нисходящее и смешанное проектирование (стили проектирования).

Восходящее проектирование характеризуется последовательностью решения задач от нижних уровней к верхним; к нисходящему проектированию приводит обратная последовательность; элементы как восходящего, так и нисходящего проектирования имеются в смешанном стиле. В основном для сложных систем предпочитают нисходящее проектирование. Однако, стоит отметить, что можно говорить о смешанном проектировании при наличии заранее спроектированных составных блоков (устройств).

Нечеткость и неопределенность исходных данных при нисходящем проектировании, или, например, исходных требований при восходящем проектировании (так как техническое задание на всю систему, но не на ее части) делают необходимым прогнозирование недостающих данных с последующим уточнением, а именно последовательного приближения к окончательному решению (итерационность проектирования).

Наряду с декомпозицией описаний на иерархические уровни стоит отметить применение разделения представлений о проектируемых объектах на аспекты.

Аспектом описания (стратой) является описание системы или ее части с некой оговоренной точки зрения, которое определяется функциональными, физическими или другого типа отношениями между элементами и свойствами.

Традиционно различают следующие аспекты: информационный, функциональный, поведенческий (процессный) и структурный.

Функциональное описание обычно сопоставляют с функциями системы и зачастую показывают его функциональными схемами.

Информационное описание обычно включает в себя основные понятия предметной области (сущности), числовые значения характеристик (атрибутов) или словесное пояснение используемых объектов, в том числе описание связей между этими характеристиками и понятиями. Например, информационные модели можно представлять графически: графы, диаграммы сущность-отношение; а также в виде таблиц или списков.

Структурное описание в свою очередь относится к морфологии системы. Оно характеризует составные части системы и их межсоединения, также может быть отображено в виде структурных схем, в том числе различного рода конструкторской документацией.

Поведенческое описание определяет алгоритмы системы, а именно определяет процессы функционирования и/или, что немаловажно технологические процессы непосредственного создания системы. Зачастую

аспекты описаний связывают с подсистемами, функционирование которых основано на различных физических процессах.

Можно отметить, что в общем случае выделение аспектов не может быть однозначным. Так, например, помимо указанного подхода появляется очевидная необходимость и важность выделения таких аспектов, как:

- функциональные (разработка принципов действия, а также принципиальных, функциональных и структурных схем);
- конструкторские (определение пространственного расположения и форм компонентов изделий);
- алгоритмическое (разработка процессов функционирования системы и ПО);
- технологическое (разработка технологических процессов) проектирование систем.

## **1.2 Состав и назначение САПР технологической подготовки производства и сопровождении действующего.**

Современная система автоматизированного проектирования (САПР) при полном ее развитии подразумевает включение автоматизированного решения всех задач, которые встречаются при технологическом проектировании. В случае создания комплексных автоматизированных систем, которые объединяют в единый процесс основные этапы проектирования изделий, можно достигнуть наибольшего технико-экономического эффекта. Стоит отметить, что для решения каждой задачи просто необходимо создание автономной подсистемы САПР.

Подсистемы автоматизации технологического проектирования должны обеспечивать решение следующих задач:

- во-первых, создание и внедрение технологии литейного производства: прецизионное литье, литье в земляные формы, центробежное литье, кокильное литье, литье под давлением;
- во-вторых, создание и внедрение технологии сварки и резки металлов: газовой сварки и резки, контактной электросварки, дуговой электросварки, подготовки программ для сварочных автоматов и для резки металлов с числовым программным управлением (ЧПУ);
- в-третьих, разработка технологии кузнечно-штамповочного производства: подготовки программ для прессов с ЧПУ, поперечной прокатки, прессования на гидравлических прессах, ковки на горизонтально-ковочных машинах, штамповки на молотах и прессах свободной ковки;
- в-четвертых, разработка технологии механической обработки: подготовки программ для станков с ЧПУ, автоматных операций, групповых, типовых и единичных технологических процессов, технического нормирования;
- в-пятых, разработка технологии сборки: подготовки операционных технологических процессов сборки, управляющих программ для промышленных роботов;

- в-шестых, разработка технологии, термических, химических, термохимических, электрических, химико-механических, методов окраски, обработки металлопокрытий.

Необходимо отметить, что подсистемы конструирования средств технологического оснащения должны включать инвариантные модули (части), которые позволят решать для различных подсистем технологического проектирования следующие задачи:

- во первую очередь, проектирование специального оборудования;
- во вторую, проектирование специальной оснастки;
- в третью, проектирование специальных режущих инструментов;
- и в конце концов, проектирование специальных мерительных инструментов.

Для того, чтобы происходило осуществления функций связи между отдельными подсистемами САПР технологического производства должен быть разработан интерфейс (специальная подсистема стыковки). Данную функцию традиционно выполняет подсистема кодирования и формирования исходных данных, которая осуществляет выборку, переработку и систематизацию данных, которые в свою очередь выдаются предыдущими подсистемами, в том числе подготовку данных для работы последующих подсистем технологического проектирования.

Для хранения, поиска и первичной переработки данных, необходимых при проектировании, в системах автоматизированного проектирования технологического производства служит банк данных технологического назначения.

Вопреки многообразию задач, которые возникают в результате создания комплексных систем автоматизированного производства (САПР) ТП машиностроительного предприятия, всегда есть возможность их построения на единой методологической основе, используя стандартные методы, программы и технические средства. В современном мире, в общем, происходит автономная эксплуатация отдельных подсистем технологического

проектирования. Немаловажно, что в тоже время не прекращаются разработки комплексных систем автоматизированного проектирования ТП, у которых в будущем отпадет потребность в технической документации для производственных целей, а вся информация для решения различных задач будет передаваться из электронных вычислительных машин по каналам связи.

### **1.3 Формирование производственной базы данных.**

Одной из наиболее важных причин, по которой внедрение САПР особенно важно, можно назвать возможность создания баз данных, которые необходимы для последующего изготовления проектируемых изделий. В обычном производственном цикле, традиционно существовавшем в промышленности, конструктор-чертежник изготавливал конструкторские чертежи, а впоследствии они использовались инженерами-производственниками для разработки плана производства (пример: для подготовки маршрутных карт). Из вышесказанного следует, что действия по проектированию детали или изделия отделялись от функций планирования производства и по факту имелись два разных этапа. Подобный подход связан с большими затратами времени и дублированием усилий производственников и конструкторов. Совсем иначе обстоит дело в интегрированной системе автоматизации проектирования и автоматизации производственных процессов (САПР/АПП), где прямая связь устанавливается между процессами изготовления изделий и проектирования. В подобной системе не просто устанавливается задача автоматизировать определенные этапы этих двух процессов, однако, что немаловажно, также ставится задача автоматического выполнения перехода от процесса проектирования изделия к операциям по его изготовлению. В современном мире есть автоматизированные системы, создающие львиную долю информации и документации, которая необходима для правления технологическими операциями, изготовления спроектированных изделий и планирования производственного процесса на этапе проектирования.

Производственная база данных представляет собой интегрированную базу данных, единую для систем автоматизированного проектирования и автоматизированной системы управления производственными процессами. Данная база содержит всю информацию об изделии, сформированную в процессе его проектирования, в том числе дополнительные сведения, необходимые для производства и получаемые на основе проектных данных.

#### **1.4 Структура системы.**

Первоначальная информация для процесса проектирования изделия всегда содержится в техническом задании (ТЗ) или технических требованиях.

Первый этап проектирования предназначен для разработки проектных данных, включающих чертежи общих видов и/или теоретические чертежи, схемы, расчеты, таблицы и т.д. На данном этапе, этапе проектирования изделие рассматривается как техническая система, которая состоит из комплекса взаимосвязанных технических средств (подсистем, элементов). Проводится оценка технических требований, выбор структуры изделия, расчет и оптимизация характеристик изделия в целом и его подсистем, формирование общего вида и предварительные конструкторские расчеты.

Системы автоматизированного производства на базе систем управления базами данных. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Подобные САПР в большинстве своем встречаются в технико-экономических приложениях, например, при проектировании бизнес-планов, однако имеют место также при проектировании объектов, которые подобны станочным системам.

В нашем случае мы рассмотрим САПР на основе СУБД при сопровождении действующего производства, а именно при автоматизированном учете повреждений и дефектов кузова.

## **2. Понятие системы управления базами данных**

База данных является совместно используемым набором логически связанных данных. Это единое хранилище данных, определяющееся однократно, а затем используемое одновременно многими пользователями.

Систему управления базами данных (СУБД) можно характеризовать как программное обеспечение, с использованием которого пользователи могут создавать, поддерживать и определять базу данных, в том числе, что немаловажно, осуществлять к ней контролируемый доступ.

В базах данных самого распространенного типа - реляционных - данные хранятся в таблицах. При первом взгляде, данные таблицы практически идентичны электронным таблицам Excel, так как они тоже состоят из столбцов и строк. Столбцы называются полями – «fields» (содержат данные определенного типа), а строки именованы записями - «records». В одной строке хранится только один набор данных, который описывает определенный объект. Пример, если в таблице хранятся данные о клиентах, она может содержать поля для имени, города, адреса, номера телефона, почтового индекса и т.д. Для всех клиентов будет создана отдельная запись.

Таблицы нельзя назвать единственным типом объектов, из которых состоят базы данных. Также помимо таблиц, существуют формы, отчеты и запросы.

Формы применяются для добавления новых данных, а также изменения уже существующих. Формы делают добавление и редактирование информации проще, в том числе позволяют контролировать тип вводимых данных, а также избегать при вводе ряда ошибок.

Для отображения данных в виде удобном для чтения используют отчеты. Ознакомиться с информацией, которая хранится в таблице, сложно по той причине, что текст не умещается в полях полностью. Есть возможность включать в отчет не все данные, а только часть из них, что значительно повышает удобство использования.

Для вывода в отчеты каких-то определенных данных применяются запросы. Использование запросов похоже на процесс поиска, – задаются конкретные критерии отбора, на основе которых, в свою очередь, база данных производит формирование отчета и возвращает его. К примеру, в случае, когда в базе данных есть данные о телефонных номерах, в таком случае, можно сделать запрос на отчет, в котором будут только те телефоны, которые относятся к конкретной фамилии, имени или которые начинаются с определенных цифр, или которые относятся к конкретному адресу. Запросы записываются на языке SQL (Structured Query Language — язык структурированных запросов).

В основе реляционных баз данных лежит понятие «связей» (отношений). Такие отношения позволяют разработчикам связывать две и более таблицы в базе с использованием общих данных. Используя взаимосвязи, разработчики баз данных моделируют таблицы, которые отражают аллелопатию объектов в реальности.

Определить общий принцип работы связей легче всего на конкретном примере: для хранения информации о продажах компании применяют электронные таблицы Excel, с течением времени в подобных таблице накапливается более сотни записей, многие из которых соответствуют покупкам, совершенным одними и теми же покупателями. Суть вопроса состоит в том, что при совершении последующих покупок данные об адресе покупателя сохраняются вновь. С течением времени некоторые клиенты меняют место жительства. Новые адреса заносят в электронную таблицу, однако во всех предыдущих записях сохраняется старый адрес. Велика вероятность того, что рано или поздно кто-то может случайно использовать для отправки товара неверный адрес. Попытка обновления адресов становится довольно непростой задачей из-за их огромного количества. В Excel нет средств, которые позволяют устранить эту проблему.

При формировании базы данных необходимо отделить все записи о клиентах от записей, которые относятся к совершенным ими покупкам. В

данном случае в одной таблице будет храниться информация о клиентах, а в другой – о покупках. В таблице клиентов, каждому клиенту будет соответствовать только одна запись. В ситуации, когда клиент захочет сменить место жительства (переехать), достаточно будет лишь обновить одну только запись, содержащую информацию о его адресе (не о его покупках). Взамен перечня всевозможной информации о клиенте и его покупках в таблице будет отображен лишь уникальный идентификатор (в нашем примере уникальный идентификатор носит название IDКлиента), который соответствует необходимой записи в таблице с информацией о клиентках (их адресах). Подобные связи между таблицами позволяют создавать реляционные базы данных.

И первая и вторая таблицы имеют IDКлиента. В первой таблице (таблице клиентов) поле IDКлиента включает уникальные идентификаторы, которые также называются первичными ключами «primary key». Каждая запись в таблице имеет свой повторяющийся идентификатор, в результате чего данные в таблице всегда упорядочены, что подразумевает корректное удаление, обновление и добавление данных.

Во второй таблице (таблице покупок) одно и то же значение IDКлиента, наоборот, может повторно употребляться более одного раза — все связано с тем количеством покупок, которые совершил тот или иной клиент. В случае, когда первичный ключ одной таблицы применяется в качестве поля другой, он называется внешним ключом. При использовании внешних ключей между таблицами образуются связи, которые позволяют избавиться от избыточной (дублирующей информации) и как следствие сохранить целостность данных.

В приведенном нами примере таблицы являются достаточно простыми. К примеру, в порядке вещей можно будет использовать третью таблицу для хранения информации о товаре (назовем ее «инвентарная таблица») с полем *IDпродукта*, который добавляется в таблицу покупок в качестве внешнего ключа.

Посмотрев на рисунок 1 мы можем увидеть взаимосвязь между двумя таблицами, которые описаны в этом примере. Линия, проведенная между таблицами, обозначает существование связи. Число 1,

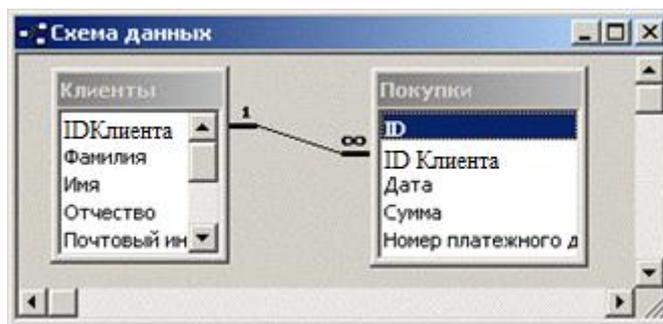


Рис. 1. Схема данных.

которое располагается слева, обозначает, что в таблице «Клиенты» параметр «IDКлиента» будет являться уникальным, в то время, как знак бесконечности, находящийся справа, будет указывать, что в таблице «Покупки» одно и то же значение параметра «IDКлиента» может повторяться неограниченное количество раз. Подобное отношение можно называть "один-ко-многим".

Как можно было заметить, возможности связей между таблицами не ограничены уменьшением избыточности данных. В том числе они позволяют создать SQL-запрос, который будет извлекать данные из обеих представленных нам таблиц на основе определенного критерия. К примеру, можно создать запрос, который будет выводить имена и фамилии всех клиентов, совершивших покупки на сумму, которая превышает некоторое пороговое значение. Предназначенные для записи сразу в несколько таблиц формы также будут функционировать на основе связей.

Модель реляционной СУБД была разработана в 70е-80е годы XX века. К реляционным СУБД можно отнести целый ряд программных продуктов, среди которых Microsoft Access из пакета Microsoft Office, MySQL или более мощные системы промышленного уровня, таких как Microsoft SQL Server или Oracle.

В современном мире активно развивается и другая модель представления баз данных – объектная. Реляционная модель СУБД акцентирует свое внимание на структуре, а также связях сущностей, а объектная в свою очередь - на их свойствах и поведении.

## 2.1. Основные функции СУБД

К числу основных функций системы управления базами данных (СУБД) принято относить следующие:

- Непосредственное управление данными во внешней памяти.

Данная функция включает в себя обеспечение необходимых структур внешней памяти как для служебных целей, например, для ускорения доступа к данным в некоторых случаях (обычно для этого используются индексы), так и для хранения данных, непосредственно входящих в БД. В одних реализациях СУБД активно используют возможности существующих файловых систем, а в других работа производится практически до уровня устройств внешней памяти.

- Управление буферами оперативной памяти.

Система управления базами данных обычно работают с базами данных значительного размера; традиционно этот размер существенно больше доступного объема оперативной памяти. Естественно, что в случае обращения к любому элементу данных будет производиться обмен с внешней памятью, в свою очередь вся система будет работать со скоростью устройства внешней памяти. Практически единственным способом фактического увеличения этой скорости будет являться буферизация данных в оперативной памяти. Даже в случае если операционная система будет производить общесистемную буферизацию, этого будет недостаточно для целей СУБД, располагающей гораздо большей информацией о полезности буферизации той или иной части базы данных. Вот почему в развитых СУБД поддерживается собственный набор буферов оперативной памяти с их собственной дисциплиной замены буферов.

- Управление транзакциями

Транзакцией является последовательность операций над базами данных, которые рассматриваются СУБД как единое целое. Транзакция либо успешно выполняется, и СУБД фиксирует изменения баз данных, которые были произведены этой транзакцией, во внешней памяти, либо ни одно из этих

изменений никак не отражается на состоянии баз данных. Определение транзакции необходимо чтобы поддерживать логическую целостность базы данных.

- Журнализация

Одним из главных требований к системам управления БД является надежность хранения данных во внешней памяти, под надежностью хранения в свою очередь понимается то, что система управления базами данных должна быть в состоянии восстановить последнее согласованное состояние базы данных после любого программного или аппаратного сбоя. Традиционно рассматриваются два возможных типа аппаратных сбоев: мягкие сбои, которые можно трактовать как внезапную остановку работы компьютера (к примеру, аварийное выключение питания), и так называемые жесткие сбои, которые характеризуются потерей информации на носителях внешней памяти. Примерами сбоев в программе могут быть: аварийное завершение работы системы управления базами данных (по причине ошибки в программе или в результате некоторого аппаратного сбоя); аварийное завершение пользовательской программы, вследствие чего одна из транзакций останется незавершенной. Первый вариант можно рассмотреть, как особый вид мягкого аппаратного сбоя; при возникновении второго варианта необходимо будет ликвидировать последствия только последней транзакции.

Стоит отметить, что в любом случае для восстановления базы данных необходимо иметь некоторую дополнительную информацию. Например, поддержание надежности хранения данных в базе данных требует избыточности хранения данных, в том числе часть данных, используемая для восстановления, должна храниться особо надежно. Более распространенным способом поддержания этой избыточной информации можно назвать ведение журнала изменений базы данных.

Журнал является особой частью БД, которая недоступна пользователям систем управления базами данных и поддерживается с большой тщательностью (например, иногда поддерживаются более одной копии

журнала, которые располагаются на разных физических дисках), в которую поступают записи обо всех изменениях основной части базы данных. В разных системах управления базами данных изменения БД журналируются на разных этапах (уровнях): зачастую запись в журнале может соответствовать некоторой логической операции изменения БД (операции удаления строки из таблицы реляционной базы данных), иногда может соответствовать минимальной внутренней операции модификации страницы внешней памяти; в некоторых системах иногда можно встретить использование одновременно обоих подходов.

- Поддержка языков базы данных

Для работы с БД используются специальные языки, которые в целом называются *языками БД*. В ранних системах управления базами данных поддерживалось несколько специализированных по своим функциям языков. Чаще всего выделялись два языка: *язык определения схемы* базы данных (*SDL* - *Schema Definition Language*), а также *язык манипулирования данными* (*DML* - *Data Manipulation Language*). В основном язык SDL служил для определения логической структуры базы данных, а именно той структуры БД, какой она представляется пользователям. В то время как язык DML содержал набор операторов для манипулирования данными, или по-другому, операторов, позволяющих заносить данные в БД, модифицировать или выбирать существующие данные.

В современных системах управления БД традиционно поддерживается единый интегрированный язык, который содержит все необходимые средства для работы с базами данных, начиная от ее создания, и обеспечивает базовый пользовательский интерфейс с БД. Стандартным языком наиболее распространенных в настоящее время реляционных систем управления базами данных является язык SQL «Structured Query Language».

Стоит перечислить основные функции реляционной системы управления базами данных, которые поддерживаются на "языковом" уровне (а

именно это функции, которые поддерживаются при реализации интерфейса SQL).

Во-первых, язык SQL сочетает средства DML и SDL, а именно позволяет определять схему реляционной базы данных и манипулировать данными. При этом именование объектов базы данных (для реляционной БД - именование таблиц и их столбцов) поддерживается на языковом уровне (компилятор языка SQL производит преобразование имен объектов в их внутренние идентификаторы на основании специально поддерживаемых служебных таблиц-каталогов. Внутренняя часть систем управления базами данных (ядро) вообще не работает с именами таблиц и их столбцов).

- Управление буферами оперативной памяти

Системы управления БД обычно работают с базами данных значительного размера; по крайней мере обычно этот размер существенно больше доступного объема оперативной памяти. Очевидно, что если при обращении к любому элементу данных будет производиться обмен с внешней памятью, то в таком случае вся система будет работать со скоростью устройства внешней памяти. Практически единственным способом реального увеличения этой скорости является буферизация данных в оперативной памяти. В данной ситуации, даже если операционная система производит общесистемную буферизацию, как например в случае ОС UNIX, этого недостаточно для целей систем управления базами данных, которая располагает гораздо большей информацией о полезности буферизации той или иной части базы данных. Вот почему в развитых СУБД поддерживается собственный набор буферов оперативной памяти с собственной дисциплиной замены буферов.

## **2.2 Принцип организации электронного архива.**

В современном мире все более актуальными становятся вопросы создания, организации и функционирования архивов электронных документов, особенно в отрасли машиностроения. Можно ожидать, что в ближайшие несколько лет архивы электронных документов будут заменены на более серьезные источники информации для принятия важнейших решений на всех уровнях проектирования и сопровождения действующего производства. Принимая во внимание вышесказанное, проблемы хранения электронных информационных ресурсов и способы преодоления этих проблем приобретают ключевое значение в организации подобного рода электронных архивов.

Обычные или традиционные архивы с многочисленными кипами бумаг и стеллажами очень быстро начинают уходить в прошлое. В настоящее время архивное хранение документов или любых других материалов организации намного удобнее производить в электронном виде. В связи с этим было создано специализированное программное обеспечение информационных системы электронного архива.

Электронный архив можно описать как систему хранения документов, материалов с четкой структурной организацией. Есть несколько причин по которым целесообразно перевести бумажные архивные документы в электронную форму:

Чтобы найти необходимую информацию на большом количестве полок стеллажей обычно требуется более одного часа, а поиск информации в электронном архиве требует лишь несколько секунд, по той причине, что поисковый запрос обрабатывает компьютер.

В случае, когда архивное хранение документов было связано с большим риском их потери, повреждения или уничтожения, современный электронный архив может обеспечить абсолютно полную сохранность материалов на длительный период времени, потому что данные находятся на

центральном защищенном сервере, в то время как пользователям доступны лишь электронные копии документов.

Чтобы работа электронного архива была эффективной, необходимо, чтобы он отвечал некоторым требованиям и предоставлял пользователям этого архива вполне определенные возможности. Должна быть предусмотрена система ввода новых и старых, но уже оцифрованных документов, желательно различными способами (например, через электронную почту, ручной ввод, сканер и т.д.). У пользователя должна быть возможность просматривать документ, и, в случае необходимости, если это допустимо, производить его редактирование, с последующим сохранением в архиве или без. Также должна быть предусмотрена печать документов, отправка внутри корпоративной сети или по электронной почте. Стоит отметить, что вероятно самое главное требование к электронному архиву - это возможность поиска документов по различным параметрам и критериям (можно определить это также как индексацию) документов. Электронный архив также должен непосредственно предусматривать разграничение пользователей по правам доступа к тем или иным документам. Аппаратная часть архива (это та часть архива, где собственно хранятся файлы и документы) должна быть надежна и обязательно предусматривать резервное копирование данных через определенные (фиксированные) промежутки времени. Подобная функция не позволит потерять документы в случае, если произойдет сбой программной или аппаратной части. Журнал изменений каждого документа или структуры и каталогов архива в том числе может быть полезен для управления документооборотом. Идеальный электронный архив должен взаимодействовать с другими существующими или же появившимися в последствие системами и базами данных.

Перед тем, как начать разрабатывать и внедрять программное обеспечение необходимо проделать большую и очень важную работу, от результатов которой будет зависеть следующее:

- каким будет электронный архив;

- будет ли он соответствовать потребностям организации;
- какие именно ресурсы потребуются для обеспечения бесперебойной работы программы, насколько оптимально они будут использоваться;
- стоимость создания электронного архива и сроки выполнения работ.

## 2.3 Структура электронного архива

Достаточно тяжело однозначно ответить на следующий вопрос: «Каким должен быть электронный архив?». Стоит отметить, что у каждой организации свои потребности, специфика, масштабы. В то время как не вызывает сомнения то, что любая архивная система должна обеспечивать:

- хранение электронных документов;
- регистрацию данных;
- оперативный доступ к информации;
- возможность изменения, добавления и удаления файлов;
- управление информацией.

Принимая в первую очередь именно эти критерии, возможно разработать систему электронного архива с модульной структурой. Основными элементами такой системы будут являться следующие подсистемы:

- ввода данных, которые позволяют заполнять электронный архив как например отсканированными изображениями, так и цифровой информацией из различных информационных систем, в том числе вносить данные автоматически или в ручном режиме непосредственно в систему;

- хранения, которая включает области как долговременного, так и оперативного архивного хранения;

- поиска, который обеспечивает оперативный доступ к необходимой информации.

Безусловной частью абсолютно любого электронного архива является электронный каталог, у которого есть иерархическая структура, автоматически изменяющаяся при добавлении или удалении документов. В зависимости от того, какие цели преследуются при создании электронного архива, его структура может изменяться. В случае необходимости в его систему могут быть внедрены дополнительные программные средства.

Электронный архив традиционно состоит из двух частей: клиентской и серверной. Серверной частью является защищенное централизованное

хранилище, в котором обычно размещены электронные документы и их резервные копии. Клиентской частью является пользовательский интерфейс, в котором доступны только лишь электронные копии исходных документов с возможностью изменения, добавления и удаления информации в том числе.

Рассматривая структуру электронного архива, нельзя не упомянуть оборудование, которое необходимо для его функционирования: центральный сервер; рабочие места пользователей электронного архива, а именно персональные компьютеры или мобильные устройства; сетевое оборудование для обмена трафиком между сервером и клиентским местом.

Описанная выше структура электронного архива может обеспечить надежную защиту информации от несанкционированного доступа и уничтожения.

### **3. Основные причины износов, дефектов и повреждений кузовов**

В настоящее время важной задачей, стоящей перед различными отраслями промышленности, является внедрение прогрессивных технологий, позволяющих повысить качество изготавливаемой продукции, уменьшить себестоимость и различные виды затрат на её производство.

На ОАО «АВТОВАЗ» в производстве автомобилей на платформе В0 56,46% всех дефектов составляют дефекты повреждений (деградации кузова).

В связи с высоким уровнем дефектов повреждения, было принято решение о создании группы по Анти деградации.

С данной группой я работал с 02.2015, практически с начала ее основания. Меня, как и всех операторов на линии и мастеров производственных участков ознакомили с правилами по Анти деградации (приложение 1), и я на равне с корреспондентами группы приступил к работе. Изначально были обозначены основные причины износов, дефектов и повреждений кузовов.

В большей мере внешний вид транспортного средства зависит от состояния и качества лакокрасочного покрытия (ЛКП) кузова. Повреждения и дефекты как лакокрасочного покрытия, так и самого кузова могут произойти в результате проявления различных факторов. Первостепенно стоит дать определение таким терминам как дефект и повреждение.

Дефект – это определенное несоответствие продукции установленным требованиям;

Повреждение – это действие или событие, которое заключается в нарушении исправного состояния объекта при сохранении его работоспособного состояния.

По своим последствиям дефекты можно разделить на:

- критические – при наличии подобного дефекта, дальнейшее использование детали/части кузова невозможно;
- значительные – данный дефект существенно влияет на использование детали/части кузова или ее долговечность;

- малозначительные – данный дефект не оказывает влияния.

По месту расположения дефекты можно разделить на:

- наружные – подобные дефекты можно выявить путем измерений или осмотром;

- внутренние – подобные дефекты можно выявить проникающими способами или способами структуроскопии.

По возможности устранения, дефекты можно разделить на:

- исправимые – устранение данного типа повреждений экономически целесообразно и технически возможно;

- неисправимые – устранение данного типа повреждений невозможно и нецелесообразно.

Состояние деталей определяется значениями параметров, в качестве которых можно применить линейные и угловые размеры элементов детали, их форму и взаимное расположение, наличие и размеры трещин, пробоин, расход пробного вещества сквозь течи, такого как вода и воздух, механические характеристики. Данные значения могут быть предельными и допустимыми. Детали с допустимыми значениями параметров используют в дальнейшем без восстановительных работ, а с предельными – выбраковывают. В случае если значение параметров располагается в отрезке между предельными и допустимыми, тогда деталь подлежит восстановлению. У деталей измеряют те параметры, которые изменяются при их использовании.

В зависимости от того, в результате чего произошло возникновение дефекта, повреждения и износа неисправности делятся на технологические, эксплуатационные, конструктивные и возникающие из-за неправильного хранения и ухода за кузовом.

### **3.1 Эксплуатационные, конструктивные, а также возникающие из-за неправильного хранения и ухода за кузовом дефекты и повреждения.**

Основными причинами появления конструктивных дефектов являются следующие:

- ошибки и неполнота исследовательских работ;
- ошибки в техническом задании на конструирование;
- ошибки и неполнота доводки опытного образца;
- ошибки в конструкторской документации;
- ошибочный выбор материала и его химико-термической обработки;
- неверное задание размеров/формы деталей.

Конструктивные ошибки зачастую являются не только причинами проявления дефектов повреждений, но также приводят к осложнению их ремонта, а в редких случаях и к выполнению ремонтных операций вплоть до замены поврежденной части новой.

Эксплуатационные дефекты возникают вследствие использования транспортного средства. В процессе использования автомобиля лакокрасочное покрытие теряет свои первоначальные свойства, к примеру, уменьшается блеск ЛКП, покрытие тускнеет, проявляются сетки, трещины, в том числе и местные отслоения. Подобные повреждения в основном происходят вследствие атмосферных воздействий, различных механических повреждений, в том числе и плохого качества окраски.

Следует отметить, что в процессе использования части и элементы кузова испытывают на себе различные динамические нагрузки: напряжение от скручивания и изгиба в вертикальной плоскости; нагрузки от собственной массы, а также массы пассажиров и груза.

Износу кузова и его элементов в процессе эксплуатации также в большой степени способствуют значительные напряжения, возникающие в следствии колебания кузова не только при движении его по неровным поверхностям, также и возможных толчков и ударов при наезде на

эти неровности, но и в результате смещения центра тяжести в продольном и поперечном направлениях.

В результате испытаний было выявлено, что напряжения, переменные по величине, действуют на части и элементы кузова в процессе эксплуатации (использования) автомобиля. Накопление усталости является результатом подобных напряжений, в следствие чего возникают усталостные разрушения. Подобные разрушения как усталостные начинают проявляться в районе скопления напряжений.

На кузовах автомобилей, которые поступают в капитальный ремонт, встречаются две основные группы неисправностей и повреждений:

- повреждения, которые появляются в результате нарастания изменений в состоянии кузова (к ним можно отнести естественный износ, который возникает в процессе регулярной технической эксплуатации автомобиля, вследствие постоянного или периодического воздействия на кузов таких факторов, как упругие и пластические деформации, загнивание деревянных деталей, трение, коррозия и др.);
- неисправности, которые появляются в результате действий человека и являются следствием заводских недоделок, конструктивных недоработок, нарушения норм ухода за кузовом и правил технической эксплуатации, некачественного ремонта кузовов.

Помимо нормального физического износа, при использовании (эксплуатации) транспортного средства в тяжелых условиях или в результате нарушения профилактики и норм ухода возникает вероятность возникновения ускоренного износа, в том числе разрушения отдельных частей кузова.

Стоит отметить, что есть такое определение как «уставший металл» - это естественный износ элементов, частей и деталей кузова автомобиля, который возникает вследствие трения поверхностей элементов и приводит к их износу, а в последствии и невозможному дальнейшему их использованию.

Типичными видами износа и дефектов повреждений кузова в процессе эксплуатации транспортного средства: нарушение плотности сварных швов и

заклепочных соединений; коррозия металла, которая возникает в результате химических или электромеханических воздействий на поверхности корпуса; трещины и разрывы; деформация (вмятины, выпуклости, прогибы, заломы, коробление).

Коррозия — это основная разновидность износа металлических элементов кузова. В металлических частях и элементах кузова зачастую встречается электрохимический вид коррозии (происходит взаимодействие металла с раствором электролита, который адсорбируется из воздуха), проявляющаяся вследствие как непосредственного попадания влаги на металлические части и элементы кузова, которые не защищены, так и вследствие образования конденсата в межобшивочном кузовном пространстве, а именно между внутренними и наружными коробами дверей, крыши и т.д.

В особенности сильно коррозия может развиваться именно в тех местах, до которых не так просто добраться для очистки и осмотра в небольших зазорах, а также в отбортовках и загибах фланца, куда время от времени может попадать влага и сохраняться длительное время.

Например, в нише колеса могут накапливаться вода, солевые отложения, грязь, которые непосредственно содействуют и усугубляют процесс развития и распространения коррозии; противостоять появлению и развитию коррозии, а также сдерживать факторы, стимулирующие появление коррозии не может и днище кузова.

Можно смело сказать, что такие факторы как состав атмосферы, в том числе ее загрязненность различными примесями, в том числе выбросами промышленных предприятий (например, двуокись серы, которая образуется в следствие сжигания топлива; также хлористый аммоний, который попадает в атмосферу вследствие испарения морей и океанов; и наконец твердые частицы в виде пыли), а также температура окружающей среды оказывают непосредственное влияние на скорость возникновения коррозии. Твердые частицы, которые содержатся в атмосфере или попадают на поверхность

кузова с полотна дороги, в том числе вызывают абразивный износ металлической поверхности кузова. С увеличением температуры скорость распространения коррозии возрастает (зачастую при содержании в атмосфере агрессивных примесей и влаги).

Стоит отметить, что зимние покрытия дорог, обильно обрабатываемые солью для удаления снега и льда, в том числе приводят к увеличению коррозии автомобиля.

Также коррозионные разрушения кузова встречаются в том числе в результате контакта стальных элементов, частей и деталей с деталями, которые изготавливаются из других материалов (каучуков, которые содержат сернистые соединения, дюралюминия, пластмасса на основе фенольных смол и др.), в том числе в результате контакта металла с изделиями, которые изготовлены из очень влажного пиломатериала, которое в свою очередь содержит заметное количество органических кислот (например, муравьиную).

Исследования и испытания неоднократно доказывали, что при непосредственном контакте стали с полиизобутиленом скорость коррозии металла в сутки может составлять 20 мг/м<sup>2</sup>, но при непосредственном контакте этой же стали с силиконовым каучуком — 321 мг/м<sup>2</sup> в сутки. Подобный вид коррозии можно наблюдать в местах постановки различных резиновых уплотнителей, а также в местах прилегания к кузову хромированных декоративных деталей (ободков фар).

Стоит отметить, что к появлению коррозии на поверхности деталей кузова также приводит контактное трение, которое в свою очередь имеет место при одновременном воздействии коррозионной среды и трения, а также при колебательном перемещении двух поверхностей металла относительно друг друга в коррозионной среде. Подобным видом коррозии подвержены крылья в местах присоединения их к корпусу болтами, двери по периметру и другие металлические части кузова.

В процессе окраски автомобилей, а также их частей, элементов и деталей может иметь место загрязнение тщательно подготовленных к окраске

поверхностей кузова влажными руками, а также загрязненным воздухом. В случае отсутствия достаточно качественного покрытия, подобное также может привести к коррозии кузова.

Процесс распространения коррозии кузовов может происходить либо равномерно на значительной площади – это поверхностная коррозия, либо разъедание идет в толщу металла, образуя глубокие местные разрушения (раковины, пятна в отдельных точках поверхности металла) - точечная коррозия.

Опыт показывает, что сплошная коррозия менее опасна, чем точечная, которая приводит к разрушению металлических элементов кузова, также утрате ими прочности к резкому снижению допустимости коррозионной усталости, в том числе и к коррозионной хрупкости, которая характерна для облицовки кузова.

Детали и элементы кузова, в зависимости от условий работы, которые способствуют возникновению коррозии, могут быть подразделены на: обращенные к полотну дороги (низ пола, крылья, арки колеса, пороги дверей, низ облицовки радиатора), имеющие открытые поверхности, имеющие поверхности, которые находятся в пределах объема кузова (каркас, багажник, верх пола), а также на имеющие поверхности, которые образуют закрытый изолированный объем (низ наружной облицовки дверей, скрытые части каркаса и др.).

Помимо коррозии кузова, стоит обратить внимание на трещины корпуса, которые возникают в следующих случаях:

- при ударе в результате нарушения технологии обработки металла корпуса (ударная многократная обработка стали в холодном состоянии);
- при плохом качестве сборки при изготовлении и (или) ремонте кузова (значительные механические усилия при соединении деталей);
- в результате применения низкого качества стали;
- в результате дефектов сборки узлов и деталей;

- при влиянии усталости металла и коррозии с последующей механической нагрузкой;
- при недостаточно прочной конструкции узла.

Данные повреждения могут образовываться в любой части или детали металлического корпуса, однако наиболее часто — в местах, подверженных вибрации.

Следующими немаловажными повреждениями, проявляющимися в процессе эксплуатации, являются разрушения сварных соединений в узлах, детали которых соединены точечной сваркой, а также в сплошных сварных швах кузова. Они могут произойти из-за некачественной сварки и (или) воздействия коррозии и внешних сил, а именно вибрации корпуса под действием динамических нагрузок или неравномерного распределения грузов при погрузке и выгрузке кузовов.

Износ элементов, возникающий в результате трения встречается в осях и отверстиях петель, деталях арматуры, обивке, а также в отверстиях заклепочных и болтовых соединений.

Выпуклости и вмятины в панелях, в том числе прогибы и перекосы в кузове являются результатом остаточной деформации при ударе или некачественно выполненных работ (ремонта, сборки и т.д.).

Причиной разрушения деталей, элементов и частей кузова, в случае, если они не усилены может послужить концентрация напряжений в соединениях отдельных элементов корпуса в проемах для окон, дверей, также на стыках элементов малой и большой жесткости.

Необходимые усиления отдельных участков дополнительными деталями, жесткие связи, выдавливанием ребер жесткости обычно предусматриваются в конструкции кузова. Но стоит отметить, что в процессе длительного использования кузова, а также в процессе его ремонта можно выявить отдельные слабые звенья в корпусе кузова, требующие усиления или изменения конструкции узлов, чтобы избежать появления вторичных поломок.

Например, когда у автомобиля произвели увеличение жесткости крыши, и в результате этого уменьшился угол закручивания, начались поломки шпангоутов. Подобные поломки прекратились только после того, как вернулись к прежней конструкции крыши. Таким образом, следует отметить, что конструктивные дефекты возникают в результате несовершенства конструкции кузова и оперения.

К подобным дефектам можно отнести: неправильно выбранный материал; недостаточно жесткое крепление деталей между собой и каркасом кузова; недостаточную герметичность в соединениях, в которые не допускается проникновение влаги (в соединениях между ободком передней фары и крыльями, оконной рамы двери и др.); недостаточно жесткие кромки деталей (например, крыльев); наличие «карманов» отбортовок, допускающих накопление грязи и влаги.

### 3.2 Технологические (производственные) дефекты

Технологические дефекты возникают в результате нарушения принятой технологии изготовления или ремонта кузова. Их можно также определить, как непроизвольный акт или действие, повлекшее дефект внешнего вида или дефект в работе автомобиля. К числу наиболее часто встречающихся технологических дефектов кузовов относятся:

- *вмятины* – изменение геометрии конструктивного элемента транспортного средства всей площади его поверхности или части в виде углубления круглой или овальной формы со сглаженными краями без разрывов поверхности элемента (вдавленное место)



Рис. 2 Вмятина

(рис 2);

- *выпуклости* – изменение геометрии конструктивного элемента по полной площади или части его поверхности в виде сферически выгнутой наружу формы со сглаженными краями без разрывов поверхности элемента;

- *задир* – одностороннее без отрыва отделение поверхностного слоя части, детали с образованием, например, заусениц или полосок;

- *риска* – повреждение поверхностного слоя конструктивного элемента в виде линии незначительной глубины и длины;

- *скол* – полное отделение незначительного по площади фрагмента основного материала от поверхности детали. Особым видом скола является скол лакокрасочного покрытия (ЛКП) – незначительное по площади отделение фрагмента лакокрасочного покрытия без повреждения материала детали;

- *трещины* – узкое несквозное или сквозное повреждение элемента транспортного средства, длина которого превышает его ширину (рис.3). Они могут образовываться в любой детали или части детали металлического корпуса, причинами



Рис. 3 Трещина

являются: значительные механические усилия при соединении детали ударная многократная обработка стали в холодном состоянии;

- *сварочная точка* - прожог сварки, возникающий при неравномерной скорости сварки, также чрезмерно большой силе тока при относительно большом зазоре между кромками (рис.4);



Рис.4 Сварочная точка

- *забоины* – повреждение, которое может проявиться в следствие динамического контакта или, например, взаимодействия поверхности элементов сосуда с твердым телом, которое имеет острые края, а именно отсутствует тангенциальное перемещение. В зависимости от того, какого характера сила удара и характера повреждение, забоина может иметь различную форму, площадь и глубину (до 4 мм) (рис.5).



Рис.5 Забоина

В стенке сосуда в момент удара возникают значительные напряжения изгиба. Путем умножения длины забоины (max линейного размера в плане) на ширину (наибольший размер, который перпендикулярен длине забоины) можно вычислить площадь забоины;

- *царапина* – повреждение наружной поверхности металла вследствие однократного динамического взаимодействия поверхности с твердым телом, перемещающимся относительно нее (индентером), имеющим острые края (рис.6). При образовании царапины контактные напряжения достигают разрушающих значений. Форма поперечного сечения царапины близка к трапецевидной или треугольной и может изменяться по длине. Может быть криволинейной, прямолинейной и полигональной;



Рис.6 Царапина

- *залом* – изменение геометрии конструктивного элемента в виде его сгибания вверх, вниз или назад (рис.7);



Рис.7 Залом

- *сдир* – повреждение с теми же характеристиками, что и у царапины. В отличие от царапины сдир имеет зазубренные края. Он характеризуется когезионным отрывом, при котором прочность фрикционных связей между царапающим телом и поверхностью металла выше прочности основного материала в глубине стенки сосуда;

- *нарушение сварного шва* – нарушения сварных соединений, встречающихся в узлах деталей, которые соединены точечной сваркой, и в сплошных сварных швах кузова;

- *нарушение клепанных швов* – являются результатом среза или ослабления заклепок, а также износа отверстий под болты и заклепки;

- *запыление* – дефект лакокрасочного покрытия (ЛКП), который наиболее часто встречается на свежескрашенном кузове автомобиля. Причиной данного дефекта могут стать мельчайшие частички мусора и пыли, находящиеся в окружающем воздухе, притягивающиеся и прилипающие к еще невысохшей поверхности.

- *хлопья* – данный дефект проявляется в случае определенного несоответствия используемого разбавителя к применяемому типу краски, что автоматически приводит к появлению именно таких хлопьев (рис.8).



Рис.8 Хлопья

- *подтеки* – происходят, если краска слишком жидкая (рис.9). Она легко собирается в дорожки, стекающие по вертикальным и наклонным плоскостям кузова. Также причиной может служить: нанесение краски слишком толстым слоем, при этом сама краска очень долго высыхает; красящее вещество разбавлена слишком сильно или

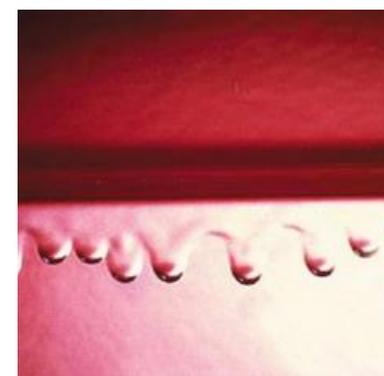


Рис.9 Подтеки

растворитель действует очень медленно; краскораспылитель перемещался по дуговым траекториям; краскораспылитель находится слишком близко к рабочей поверхности (менее 20-25см); низкая температура рабочей поверхности или окружающей среды; также лак может быть поглощен основанием неравномерно;

- *зернистость* – грубая, зернистая структура обработанной поверхности (рис.10). Зернистость такого плана может появиться по нескольким причинам: применение нефилтрованной краски, содержащей в своем составе особые твердые частицы; распыление краски с очень большого расстояния; оседание пыли в процессе покраски или последующей сушки;



Рис.10 Зернистость

- *шагрень* – поверхность лакокрасочного покрытия негладкая, напоминает апельсиновую корку. Возникает вследствие несовместимости лака и разбавителя; быстрого испарения разбавителя; несоблюдений пропорции смешиваемых компонентов; температура среды в помещении, где ведется работа, значительно выше (более 20°С) температуры окрашиваемой поверхности; слишком большое расстояние от краскораспылителя до окрашиваемой поверхности; слои краски наносятся без соблюдения, положенного для сушки временного промежутка; для работы используется краскораспылитель со слишком большой дюзой;

- *отслаивание лака* – сушка после шлифования с водой вызвала осаждение кристаллов известняка, которые начали поглощать проходящую через капилляры влагу (испаряясь под действием тепла, влага образует волдыри); причиной данного дефекта являются: несовместимы лак и подслои; перед нанесением лака недостаточно тщательно зачищена старая краска; лак нанесен на металл без защитного покрытия;

- *растрескивание покрытия* – дефект возникает в случае если: использовано покрытие с малой эластичностью; покрытие нанесено по

старому растрескавшемуся покрытию; нанесен чрезмерно толстый слой окончательного покрытия; применен дополнительный обдув сырой пленки воздухом для ускорения высыхания покрытия; использован несоответствующий растворитель; недостаточно перемешан материал (нарушено соотношение пигмент-связующее);

- *завивка лака* – дефект возникает в случае если: лак плохо высох (возможно в помещении низкая температура или высокая влажность; краска нанесена толстым слоем (из-за этого поверхностный слой высыхает, а нижний продолжает оставаться влажным); лак нанесен слишком толстым слоем; разбавитель не соответствует типу лака); на поверхности



Рис.11 Завивка лака

появились матовые пятна (рис.11) (как правило, они появляются на шпатлеванных участках, где лак впитывается намного быстрее);

- *кратеры* – «дырочки» на поверхности лака (рис.12). Возникают в случае если: была произведена полировка с применением силикатов; нагреватели были расположены преждевременно или слишком близко (предварительная сушка должна проводиться в течение 15 минут перед помещением детали в

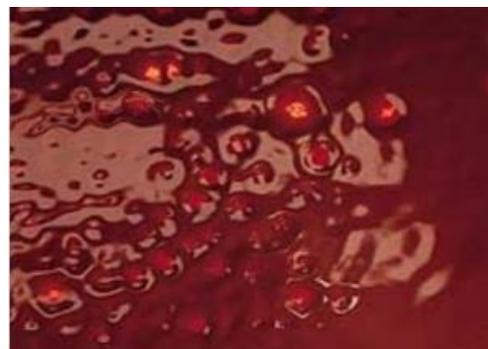


Рис.12 Кратеры

сушильную камеру); автомобиль был помещен после нанесения лака в сильно нагретую камеру слишком рано (произошло закипание более легких растворителей); защитное покрытие нанесено в сильно влажной среде;

- *матовость* – вызывает недостаточно сухой воздух; особенно часто такая проблема появляется при работе с самыми чувствительными красками, синего и красного цветов (рис.13);



Рис.13 Матовость

- *кратерообразование* – «рыбий глаз», характеризуется появлением кратера на нижнем слое краски, сквозь который проступает грунтовка. На лакокрасочном покрытии видны мелкие отверстия. Бывает так, что на дне кратера можно разглядеть предыдущий слой. Причиной возникновения является плохая подготовка окрашиваемой поверхности. Поверхность вероятнее всего плохо очищена или не обезжирена;

- *стык в месте перехода тонов* – данный дефект возникает в случае, если отсутствует предварительная полировка шлифовальной шкуркой окрашиваемой поверхности (рис.14);

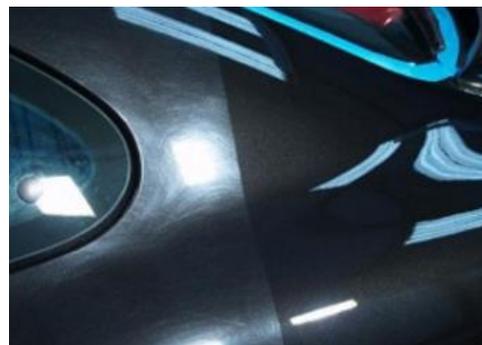


Рис.14 Стык в месте перехода тонов

- *прорыв пузырьков* – появление на свежевыкрашенном кузове автомобиля после кратковременной просушки маленьких отверстий от лопающихся пузырьков во время сушки, визуально похожих на уколы булавкой. Причиной появления этого дефекта являются: нанесение слоев краски с недостаточным временем просушки (или слишком высокой температуры во время просушки); неправильное применение растворителя (растворитель не подходит для температуры окружающей среды);

- *опыл* – на ощупь поверхность подобна песчаной; опыл проявляется при нанесении на недостаточно подсохшую поверхность новой порции краски и ее последующего высыхания (с приданием поверхности матовости и шершавости); также может появиться из-за слишком вязкой краски с

недостаточным количеством разбавителя, или слишком высокой скорости движения распылителя;

- *непрокрас* – дефект недостаточного прокрашивания площади окрашиваемой поверхности. После окончательного высыхания краска нанесена в виде облаков (или в виде зебры) или проглядывает грунтовка; сквозь нанесенное лакокрасочное покрытие виден предыдущий слой краски;

- *вскипание* – дефект характеризуется наличием на поверхности большого количества пор, преимущественно в утолщенных местах покрытия (возникает в результате большой вязкости лакокрасочного материала, наличия слишком толстого слоя пленки и отсутствия достаточного времени выдержки покрытия на воздухе);

- *неудовлетворительная адгезия* – пленка лакокрасочного материала не держится на нижележащем слое или подложке. Возникает в результате неудовлетворительной подготовки поверхности (наличие на ней воды, воска, масла); слишком большая толщина покрытия; несоответствующий растворитель для распыления; загрязнен сжатый воздух на распыление; использован нанесен материал на горячую или слишком холодную поверхность; неудовлетворительное шлифование грунтовки;

- *сорность покрытия* – возникает вследствие неудовлетворительной чистоты помещения и оборудования; неудовлетворительной протирки после шлифования, загрязнения появляются в процессе нанесения; неудовлетворительной фильтрацией материала; попадания мусора в тару с лакокрасочным материалом;

- *сухое распыление* – дефект возникает в случае, если: неправильно отрегулировано соотношение лакокрасочного материала и воздуха; растворитель с низкой температурой кипения; большое расстояние сопла от окрашиваемой поверхности; наличие сквозняка в окрасочной камере; большое давление воздуха на распыление; недостаточная подача при окрашивании методом электростатического распыления;

- *водные пятна* – попадание воды на окрашиваемую поверхность во время нанесения последующего слоя после окончательного окрашивания в сушильной камере или в окрасочной камере;

- *сдвиги слоев между собой* – дефект литейного происхождения, возникает в результате неравномерности остывания некоторых частей слитка (часть остывает раньше, часть позже);

- *усы, волосовины, флокены* – дефект прокатного производства, возникает в результате нарушении технологии прокатки и предварительного нагрева заготовки (недостаточный нагрев заготовки или неправильный коэффициент обжаривания);

- *перегрев, пережог* – дефект термообработки, возникает при неправильном выборе термического режима или его несоблюдении;

- *деформация металла* – относится к дефектам хранения; может возникнуть при хранении или перевозке металла;

Также к технологическим (производственным), скрытым дефектам автомобиля относят: дефекты сплава (несоблюдения точности химического состава, спаи, трещины холодные и горячие); дефекты давления (внутренние трещины, разрывы, расслоения); дефекты термической обработки (термические трещины, отслаивания); дефекты механической обработки (отделочные и шлифованные трещины); дефекты монтажа (обломы резьбы, монтажные трещины, погнутость); дефекты сварки (неполное заполнение шва, поры, непропаивание, отслоение) и т.д.

Данные дефекты появляются в следствии некачественно выполненных работ на производствах штамповки, сварки, окраски и сборки, литья и покраски пластмассовых изделий, а также в следствии нарушения качества исходного материала

Основные части кузова, подверженные повреждениям в процессе производства автомобиля: пороги, двери, коробка дверей, багажник, крылья, передний и задний бампера, поперечина, капот, водостоки, центральные стойки, центральный пол и т.д.

#### **4. Обнаружение дефектов и методы их устранения.**

Непосредственно после изучения основных видов повреждений, дефектов кузовов, встала острая необходимость в понимании способов их обнаружения, а также устранения на производстве.

После осмотра напольного конвейера, зон малого и большого ремонта на производстве сборки автомобилей В0, были определены основные способы обнаружения дефектов повреждений, а также способы их устранения.

Состояние лакокрасочного покрытия кузова на автомобильных заводах традиционно проверяется наружным осмотром поверхности деталей тактильно и невооруженным глазом. Подобный метод дает возможность обнаружить дефекты повреждений, которые появляются в процессе изготовления автомобиля. Отклонения геометрических размеров деталей и элементов от первоначальных позволяют обнаружить измерения шаблонами, специальными измерительными инструментами и приспособлениями.

Устранение технологических дефектов при незначительном объеме выпуска дефектных автомобилей возможно производить поточно-конвейерным методом (участок напольного конвейера) при минимальных затратах и трудоемкости.

Стоит отметить, что в случае, если дефекты носят массовый характер, характер повреждений достаточно серьезен и требуется использование специализированного оборудования и окрасочных камер, либо значительный объем выпуска единичных дефектов, автомобили направляются в зону большого ремонта, где происходит устранение дефектов.

Устранение дефектов повреждений кузова производится двумя основными способами: заменой поврежденных элементов кузова с помощью сварки или правкой.

Неглубокие вмятины выдавливают, в то время как глубокие складки и вмятины выравнивают выбиванием с последующей рихтовкой. Необходимые для этого инструменты и некоторые из приемов правки показаны на рис. 15 и 16.

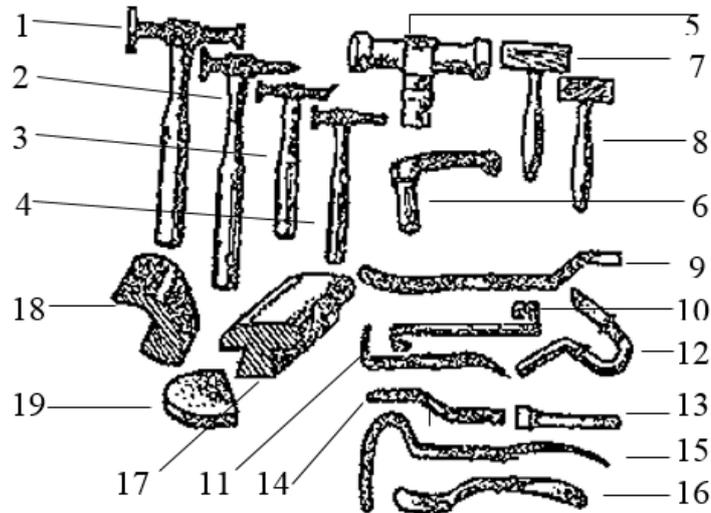


Рис. 15. Ручной инструмент для правки и рихтовки кузова:  
 1-6 — молотки; 7, 8 — резиновые, пластмассовые или деревянные киянки; 9-16 — правочные лопатки и крючки; 17-19 — поддержки.

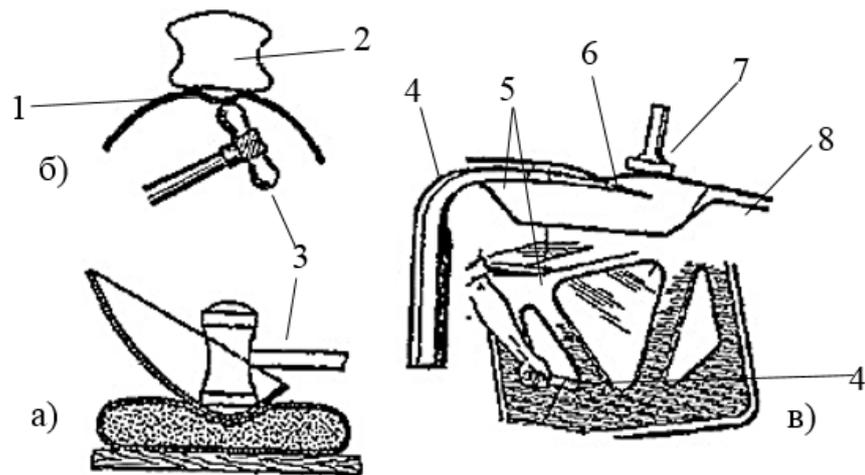


Рис. 16. Некоторые приемы правки деталей кузова:  
 а — правка панели молотком и поддержкой; б — правка снятой с автомобиля панели на мешке с песком; в — правка участка, закрытого внутренней панелью; 1 — панель; 2 — поддержка; 3 — молоток; 4 — лопатка; 5 и 8 — внутренняя и наружная панели; 6 — вмятина; 7 — рихтовочный молоток.

В случае, если возникает необходимость правки деформированных съемных элементов кузова автомобиля, они снимаются с автомобиля для более качественного выполнения работ и облегчения процесса правки. К съемным элементам кузова можно отнести передние крылья, двери, капот. Снятые элементы кузова можно править на мешке с песком (см. рис. 16, б). Правку

труднодоступных мест, которые закрываются внутренними панелями, можно производить с помощью лопаток (см. рис. 16, в).

Правку сильно растянутых мест производят с нагреванием их газовой горелкой до температуры не более  $700^{\circ}\text{C}$  (определяются по темно-вишневому цвету поверхности). Нагрев производят полосами или пятнами шириной 20-30 мм. Под нагретый участок подставляется поддержка и сжимают лишний металл ударами киянки с выпуклой стороны.

Для того, чтобы произвести правку элементов кузова и проемов дверей удобно использовать специальные комплекты гидравлических приспособлений, основные типы которых показаны на рис. 17.

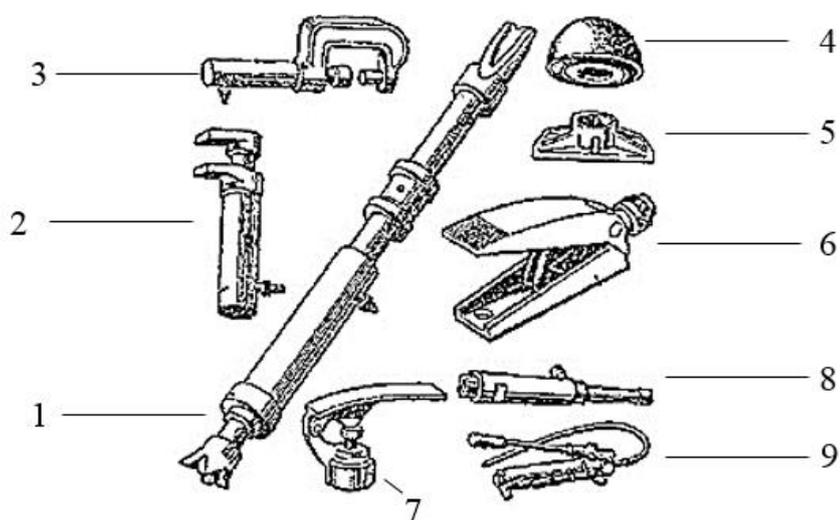


Рис. 17. Гидравлические приспособления для правки:

1 — цилиндр с удлинительной трубкой и плунжером; 2, 3 — шланги; 4 — резиновая головка; 5 — опорная головка; 6 — клин; 7 — лопатообразная головка; 8 — натяжной цилиндр; 9 — насос.

Производится замена элементов кузова при невозможности устранения их деформации. Для этого отрезают поврежденную часть (панель, крыло) с помощью специальной газовой резки, пневмо- или электроинструмента и приваривают новую деталь при помощи дуговой или газовой сварки в среде углекислого газа.

Далее после рихтовки, а также покраски поврежденного участка кузова следует восстановление поврежденного противокоррозионного покрытия

кузова для защиты его частей и элементов от коррозионного повреждения. Обычно оно производится путем нанесения специальных защитных составов.

Основными методами нанесения противокоррозионных покрытий являются: метод безвоздушного распыления (противокоррозионный материал распыляется под большим давлением) и метод воздушного распыления (через пистолет-распылитель проходит струя сжатого воздуха, увлекающая из бачка разбавленный до необходимой вязкости противокоррозионный материал).

Все вышеуказанные способы являются трудоемкими с использованием большого количества материалов, в результате чего происходит увеличение добавочной стоимости на автомобиль, затоваривание площадей завода, в следствии чего автомобиль не уходит напрямую потребителю, а автомобильный завод не получает прибыль.

Так как данная проблема является одной из самых актуальных на ОАО «АВТОВАЗ» в производствах были организованы группы по Антидеградации, перед которыми стоит задача снизить уровень выхода дефектов в зоны ремонта.

#### 4.1. Результаты анализа возникновения дефектов на производстве автомобилей на платформе В0

В результате проведения анализа были выявлены основные причины возникновения дефектов в результате процесса производства автомобилей:

1. Неиспользование рабочими средств индивидуальной защиты.

Многие рабочие пренебрегают правилами ношения спец.одежды (рис.18).

Кольца, браслеты, цепочки, пряжки ремней не защищены специальными повязками, в карманах спец.одежды находится большое количество твердых и металлических посторонних предметов, таких как ключи, телефоны. При выполнении операции рабочие царапают поверхность кузова, также при чрезмерном давлении на кузов при выполнении операций остаются вмятины.

2. Ручной механизированный, пневматический и другой инструмент, тара, оснастка (сварка) в ненадлежащем состоянии.

Металлический штуцер, соединяющий шланг подачи сжатого воздуха и гайковерт не изолирован (рис.19 а,б). В случае если оператор не успевает за скоростью конвейера или наоборот, пытается «выгнаться», шланг приходит в натяжение, штуцер задевает лакокрасочное покрытие кузова.

Головки инструмента, ключи также не заизолированы.



Рис.18 Неиспользование рабочими СИЗ



Рис.19 а Металлический штуцер не заизолирован



Рис. 19 б Прибор статики царапает панель

Приспособление для монтажа «Юбка задняя» на кузов – отклонение в геометрии (рис.20). Дефект на автомобиле Renault Logan «Вмятина обшивки задней панели» (рис.21)



Рис.20 Приспособление для монтажа «Юбка задняя» на кузов



Рис.21 Вмятина обшивки задней панели

В результате смещения защитного элемента на стойке под готовую продукцию (рис.22) образуется вмятина на внутренней панели капота (рис.23)



Рис.22 Стойка под готовую продукцию

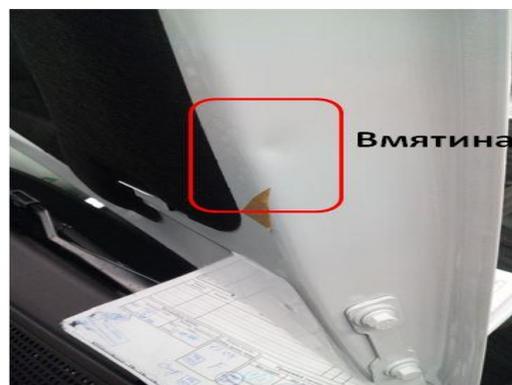


Рис.23 Вмятина на внутренней панели капота

3. Оператор производит операцию с отклонением от технологического процесса.

Оператор не соблюдает последовательность операций. Оператор не осматривает деталь перед установкой (много поврежденных деталей идет от

поставщика). Также результате неравномерного нанесения сварочной мастики на двери вызывает выпуклости и т.д.

4. Сварщики МКС на участке регулировки кузова, производят рихтовку зазоров и других несоответствий халатно.

Рихтовка зазоров производится лопатками, петель – молотками, при неосторожном использовании данных инструментов, чрезмерных усилиях образуются заломы (капот, внешние панели дверей), сколы (ребро между крылом и капотом), вмятины.

5. Отсутствует бережное обращение с кузовом.

После окончания смены операторы торопятся домой, проходя через конвейер, задевают сумками кузова, также другие рабочие бесконтрольно перемещаются по площадке в верхней одежде, облакачиваются на товарные автомобили.

## 5. Основные инструменты работы группы по отработке дефектов повреждений и предотвращению их возникновения

За более чем год работы группы по Анти деградации были определены основные инструменты по отработке дефектов повреждений, а также предотвращению их возникновения:

1. Организована школа DOJO (рис.24), в которой обязан пройти обучение каждый рабочий.



Рис.24 Школа DOJO

Представители группы по Анти деградации рассказывают что такое дефект, что такое повреждение, каковы причины их возникновения и какие меры предосторожности необходимо применять для исключения вероятности их возникновения (рис.25).

Пример: перед началом работы необходимо проверить свою спец.одежду (она должны быть чистая, без металлических предметов, кольца, цепочки и часы должны

ПРАВИЛА ПО АНТИДЕГРАДАЦИИ	
№	ПРАВИЛО
1	Я проверяю свою рабочую одежду перед началом работы (рабочая одежда должна быть без металлических пуговиц).
2	Я проверяю защиту инструментов на своем посту.
3	Я не ношу цепочку либо бусы.
4	Я не использую наушники во время работы.
5	Я никогда не кладу различного рода предметы в карман рабочей одежды перед началом работы (карандаш, ручка, ключи, металлические предметы) (к мастеру не относится)
6	Я никогда не использую телефон во время работы.
7	Я не надеваю ремень с металлической пряжкой.
8	Я не ношу наручные часы во время работы, либо я использую для них специальную защиту.
9	Я не ношу кольца во время работы.
10	Я знаю риски по деградации на своем рабочем посту.

Рис.25 Правила по антидеградации

быть закрыты защитными повязками или отсутствовать вовсе); проверить наличие защиты на инструменте на своем рабочем посту и т.д.

На стендах представлены цветные фотографии дефектов. Также проводится пояснение оценки уровня дефект V1+, V1, V2, рассказывается о правилах ежедневного заполнения карты самотехобслуживания. Проводится разъяснение важности бережного отношения к кузову, о необходимости осмотре оснастки и стеллажей на предмет наличия острых, не заизолированных кромок, полок (рис.26) и о необходимости оповещения мастера в случае обнаружения дефекта, для незамедлительного устранения причин его возникновения (особенно если дефект носит массовый характер). После прохождения обучения в данной школе, работник повторно ознакамливается с правилами по Анти деградации на отдельном бланке и подписывает его.



Рис.26 Стеллаж с не заизолированными кромками

2. Создана картография по дефектам (рис.27, приложение 2) – представлена и описана каждая бригада и пост в ней.

SE-2/1								
Визуализация	Пост	Локализация					Риск	Меры предосторожности/ Точки контроля
		RF90	LBA1	L52	B52	3cross		
	Пост № 20 ПИКИНГ	X	X	X	X	X	Вакуумный усилитель - Скол Оператор складировать вакуумные усилители друг на друга без защиты. Риск нанесения повреждений.	Не убирать изоляционный материал между рядами вак. усилителей пока не закончатся усилители верхнего ряда. Не складировать их друг на друга без защиты
	Пост № 1 Уплотнитель след						Установка жидкосте- При чрезмерном усили	Соблюдение стабильности

Рис.27 Картография по дефектам

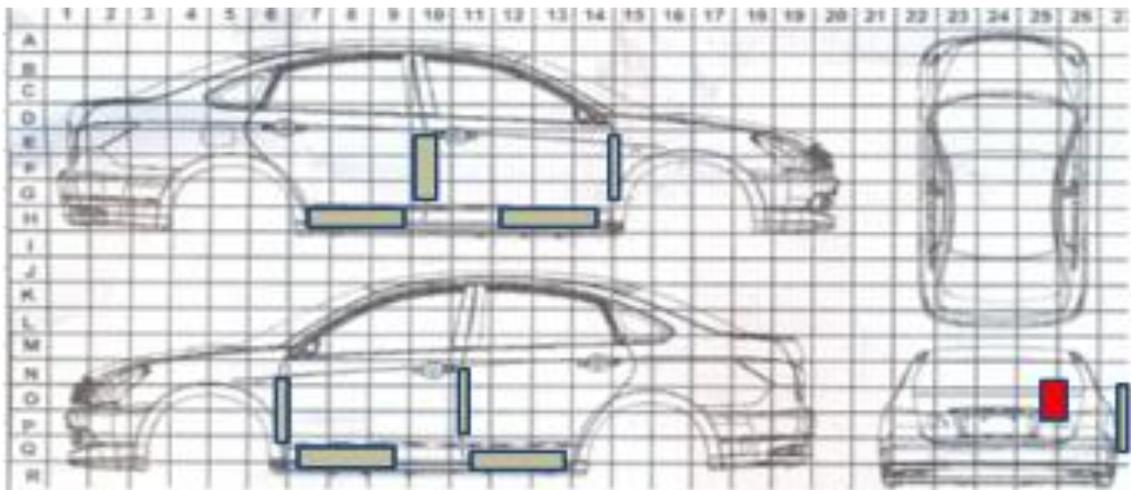


Рис.28 Силуэтка

Также в картографии присутствует так называемая «Силуэтка» (рис.28), на которой определены все зоны рисков по возникновению дефектов в данной бригаде. Указан пост, на нем определены риски, присутствует их описание и визуализация, а также модели автомобилей, на которых может возникнуть дефект, если данный риск активен. В помощь мастеру также указаны меры предосторожности и точки контроля для исключения вероятности возникновения дефекта.

Пример 1: в бригаде 011 (SE2/1) на посту 020 «Пикинг» есть риск возникновения сколов на вакуумном усилителе, в случае если оператор складировать вакуумные усилители друг на друга без защиты. Меры предосторожности: не убирать изоляционный материал между рядами вакуумных усилителей, пока не закончатся усилители верхнего ряда. Не складировать их друг без друга без защиты.

Пример 2: Возникновение утяжки капота – бригада 140, дефект появляется в том случае, если оператор не использует резиновые упоры. Благодаря данной картографии мастер осведомлён о работе его операторов с нарушением технологического процесса.

3. Изготавливаются и устанавливаются защиты на ручной механизированный и пневматический инструмент (с целью исключения вероятности механического воздействия на кузов) (рис.29), а также изготавливается защита на целые детали кузова (рис.30).

Пример: на участках фиксации деталей в моторном отсеке используются наклейки на крылья (изготовлены мастером из картона и изоленты) для исключения возможности нанесения повреждения на ребро крыла в момент фиксации болта пневмогайквертом).



Рис.29 Защита на пневмо- и ручной механизированный инструмент



Рис.30 Защитная наклейка на крыло автомобиля

4. В каждой бригаде, в каждой смене определен ответственный работник, который проводит аудиты линии (осматривает рабочих на наличие и правильность ношения СИЗ, состояние инструмента, проводит опрос рабочих на знание массовых дефектов производства, а также единичных, но которые производит данная бригада) – пилот по повреждениям (рис. 31).

**Пилоты по анти деградации производства сборки ПАП В0**

09410			09420			09430			09440		
А	Б	С	А	Б	С	А	Б	С	А	Б	С
701 Федина Павел 09277824104	Ткачев Николай 0.927725410	Курбанов Джамалдин 0.90085410	ME2/1 713 Кислова Борис 09277825106	Рябин Александр 0.90085410	Кувшинов Владимир 0.927725410	SE 8/1 714 Бороздин Александр	Пустов Александр	Белгород Николай	720 Шароветов Александр	Петухов Александр	Фурса Александр
702 Джурем Геннадий 09097031213	Наумов Сергей 0.927725410	Ткачев Виктор 0.927725410	ME2/2 712 Ахмедов Иван 09277821114	Сорокин Петр 0.927725410	Чемпилов Александр 0.927725410	SE 8/1 715 Белгород Радик	Муратов Виктор	Горбунов Игорь	721 Морозов Олег	Селунов Александр	Корнилов Михаил
704 Дуров Александр	Минина Римма	Ковалев Сергей	SE 8/1 713 Чижик Сергей	Курбанов Денис	Чарошикин Сергей	SE 8/2 716 Павловский Николай	Поленин Владимир		723 Сергеев Сергей	Михайлов Александр	Иванов Александр
705 Болотов Денис	Сайтеев Юрий	Завалов Игорь				ME 3/1 717 Лиса Александр	Муратов Дмитрий	Тарасов Николай			
707 Долгунин Владимир	Шайкин Юрий	Бригадир Александр				ME 3/2 718 Растринин Сергей	Коробов Сергей	Кутузов Сергей			
708 Шарин Виктор	Коршунов Александр	Бороздин Владимир				213 Карбунов Александр	Вячеслав Дмитрий	Сибилев Николай			

**Рис.31 Пилоты по повреждениям**

5. Проводится обучение операторов по правильности занесения информации по дефекту в ИС NGRET. При занесении информацию в систему оператор должен корректно указать элемент, инцидент и локализацию дефекта.(зачастую некорректно указывали место обнаружения дефекта, например, просто «багажник», а не «водосток багажника»).

Элемент – часть кузова автомобиля или наименование комплектующего изделия (капот, короб двери, левая задняя дверь и т.д.);

Инцидент – наименование дефекта, повреждения или неисправности (царапина, скол, шум, сдир до металла, неравномерный зазор и т.д.);

Локализация – для уточнения конкретной зоны элемента указывается адрес на силуэтке по оси X и Y. (кромка капота – А25 и т.д.);

Пример: элемент 4834, инцидент 1550, локализация К25 – данными обозначениями оператор заносит в систему информацию об обнаруженном им дефекте: сдир до металла на задней правой распашной двери в зоне водостока.

6. Отслеживание массовых дефектов по он-лайн сводке и оперативного реагирования на линии – контролеры напольного конвейера ведут учет дефект на бумажном носителе путем «точкования», каждые 2 часа,

в случае прохождения более 1 автомобиля с подоюным дефектом, он заносится в отчет по массовым дефектам и рассылается всем заинтересованным сторонам (рис.32);

		он-лайн отчет по дефектам V2 на CSC												
дата: 13.04.2016г.		отчетное время												
модель	ответственный	2-00	4-00	6-00	8-00	10-00	12-00	14-00	16-00	18-00	20-00	22-00	0-00	итого за сутки
наименование дефектов														
RF-90														
Обивка потолка салона провисание						7	13	19						
ЗБ/ПЭК увеличен зазор	94/3					7	11	13	16					
Фонарь/ПЗБок утопание						5	8	11						
Крылья /бампер выступание	94/3					7	11	18						
накладки передн крыльев не прилегают	94/3						5	6						
рамка ПЗБоковины выпуклость							5	6						
бампер/лпк выступает							6	7						
ольга слева, справа не прил							11	16	20	24	27	31	33	
фары/реш радиатора разница утопания							6	9						
Дублир ЛЭД, ЛРД выплеск сварки										5	11	15	18	
Накладка фонаря/Пзбоковина утопает										4				
Обивка потолка 3 ряда провисание	94/1										3	4	5	
П.Б./ЛПК утоп													5	
LB1A														
фонари перелад слева, справа									2	6	12	13	17	
фонари/крылья увеличен зазор											4		6	
Дуб. ЛЭД выпл. Сварки													3	
Ц.Ст. слева вмят	Деградация											3	4	

Рис.32 Он-лайн сводка по массовым дефектам

7. Принятие срочных мер совместно с мастерами производств по защите клиента. Мастер получает информацию о произведенном дефекте и выставляет защиту клиента – проводит анализ возникновения дефекта, прорабатывает данную ситуацию с оператором, принимает меры, направленные на исключение вероятности повторного выхода дефекта из бригады.

Пример: дефект «Обшивка задней панели – вмятины (X52)» (рис.33) – Мастер вводит чек-лист на участке VM-140 с добавлением дополнительной операции: обрезка и подбитие выступающего фланца, также вводит дополнительный контроль данной зоны. Также на посту помещается точечный урок. С этого момента операторы информированы об угрозе и причинах возникновения дефекта. В результате работы с технологами было установлено, что причиной дефекта являлось отклонение в геометрии кузова. Далее было выдано задание на проектирование приспособления для монтажа «Юбка задняя на кузов».

## Дефект-Обшивка задней панели-вмятины(X52)



Рис.33 Пример по отработке дефекта мастером

8. Проводятся совместные аудиты с представителями производств и службы качества по осмотру кузовов на наличие «Входящих» дефектов (вмятины на дверях в районе усилителей выходят именно из производства сварки). Также проводится ежедневная оценка рисков на постах производства, согласно графика (рис.34). Представители группы Анти деградации проводят проверку всех рисков, согласно картографии бригады.

Например, при осмотре поста 020 «Пикинг» бригады 011 производства сборки, обращается особое внимание на то, как оператор складировает вакуумные усилители, не пренебрегает ли он правилами по Анти деградации. В случае некорректного складирования вакуумных усилителей, об этом немедленно сообщается мастеру для принятия мер.

Таблица оценки рисков участков Цеха 0943 ПАП ВО														
SE6/2			SE8			ME3/1			ME3/2			Z 15		
пост	дата оценки	состояние поста	пост	дата оценки	состояние поста	пост	дата оценки	состояние поста	пост	дата оценки	состояние поста	пост	дата оценки	состояние поста
1			1			1	17.03.		1	24.03.		1	27.03.	
2			2	18.03.		2	17.03.		2			2		
3			3	18.03.		3			3			3		
4	23.03.		5			4			4			4		
5	23.03.		6			5	17.03.		5	24.03.		5		
6			9			6	17.03.		6	24.03.		6		
7			10	18.03.		7			7	24.03.		7		
8			11			8	17.03.		8	24.03.		8		
9			12			9	17.03.		9	24.03.		9		
10			13	18.03.		10	17.03.		10			10		
11			14			11	17.03.		11			11		
12			31			12			12	24.03.				
13	23.03.		16	18.03.		13			13	24.03.				
14	23.03.		18			14	17.03.		14					
15			19			15	17.03.							
16			20			16								
17	23.03.		21			17								
18	23.03.		22	18.03.		18								
19	23.03.		23			19								
20	23.03.		25			20								
21			29	18.03.		21								
			31											

	оценка рисков запланирована
	оценка рисков сделана
	оценка рисков не сделана

Рис.34 Таблица оценки рисков

9. Проводятся оперативные совещания с мастерами, на которых озвучиваются дефекты, а мастер предоставляет план корректировочных действий по дефектам, относящимся к его участку (рис.35).

### Итоги работы: с W12 по W14 – CSC (V1+V2)

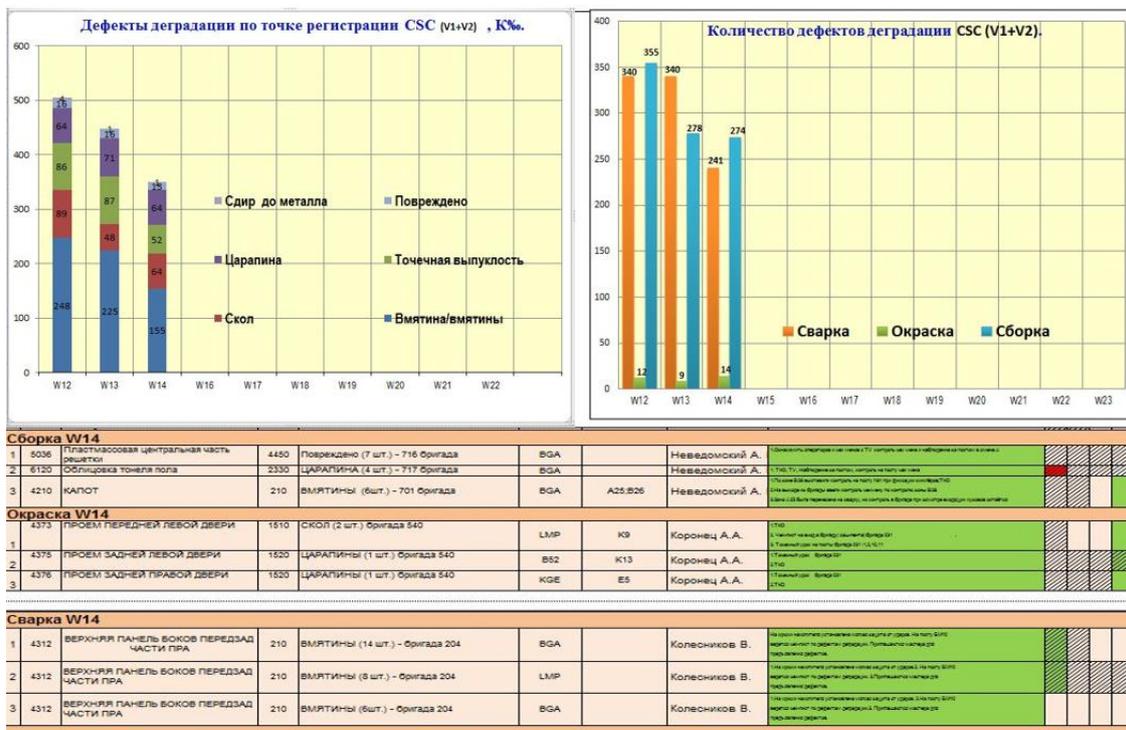


Рис.35 План корректировочных действий по дефектам

10. Электронный каталог (приложение 3). Последний инструмент в данном списке, но один из самых главных по значению.

Не все элементы кузова имеют деление по локализации (разбиты по зонам согласно «силуэтке»). Так, одна бригада может отвечать за все вмятины, возникающие на капоте, однако риск есть только в одной зоне.

Выявлены случаи повторения элементов кузова с синонимичным названием в каталоге. Пример: короб двери – внутренняя панель двери и т.д. Фактически данные названия обозначают одну и ту же часть кузова, однако это разные номера элементов и за ними по какой-то причине закреплены разные ответственные. Подобные отклонения вводят в замешательство операторов, контролеров и мастеров. Это усложняет поиск первопричины возникновения дефекта.

Была проведена огромная работа по анализу и корректировке данных действующего каталога

- убраны повторяющиеся элементы (порядка 13 значений), такие как: «короб передней левой двери» – «внутренняя панель передней левой», в данный момент есть только «внутренняя панель передней левой двери»;

- поделены инциденты (порядка 11 значений), такие как: «вмятины/выпуклости» – стало отдельно «вмятины», отдельно «выпуклости».

- элементы разбиты на зоны (порядка 17 значений), такие как: «капот» – данный элемент не имел зон делений по следующим инцидентам: «точечная выпуклость», «деформация металла» и т.д. На данный момент данный элемент имеет зоны с закреплением ответственных.

Также актуализирована информация по ответственным бригадам налажена система по переносу зон риска по повреждению с одной бригады на другую. Составлен перечень необходимых документов.

Данные мероприятия заметно снизили уровень дефектности, однако проходит очень много времени между обнаружением дефекта и определением возможных зон риска возникновения дефекта. В результате чего зачастую дефекты носят массовых характер.

## 5.1. Упущения действующей системы

Проведя подробный анализ действий группы по Анти деградации по сопровождению действующего производства, а также по отработке повреждений, а также предотвращению возникновения новых дефектов были выявлены следующие упущения действующей системы:

### 1. Картография на бумажном носителе.

Для определения возможных виновников возникновения дефекта и проведения внепланового аудита «красных постов», необходимо пересмотреть картографии всех бригад, просмотреть каждый пост на наличие рисков возникновения данного дефекта. Поиск занимает большое количество времени.

### 2. Информационная система NGRET

Каталог составлен некорректно. За дефектом закреплен лишь один ответственный, в то время как в большинстве случаев во время производства автомобиля есть больше зон риска возникновения дефекта.

Пример 1: Дефект «Короб передней левой двери – сдир до металла» (рис.36). Риски по возникновению данного дефекта есть в нескольких бригадах: SE6/2, SE2/1, SE4/1, ME3/1. На посту № 3 бригады SE2/1 есть риск нанесения данного дефекта при установке ограничителя двери; на посту № 12 бригады SE6/2 есть риск нанесения данного дефекта при фиксации обивки двери; на посту № 11 бригады SE 4/1 при установке замка; на посту №11 бригады ME3/1 при установке молдинга слева.



Рис.36 Дефект «Короб передней левой двери – сдир до металла»

Пример 2: Дефект «Переднее левое крыло – вмятины» (рис.37). Риски по возникновению данного дефекта есть в следующих бригадах: SE4/2, SE6/1, SE6/2, ME3/2. На посту №12 бригады SE4/2 есть риск возникновения данного дефекта при установке стеклоочистителей; на посту 2 бригады SE6/1 при установке тяги и троса КПП;

на посту № 14 бригады SE6/2 при установке ветрового стекла слева; на посту № 12 бригады ME3/1 есть риск возникновения данного дефекта при установке передних подкрылков слева; на посту № 12 бригады ME3/2 при установке «ольги».

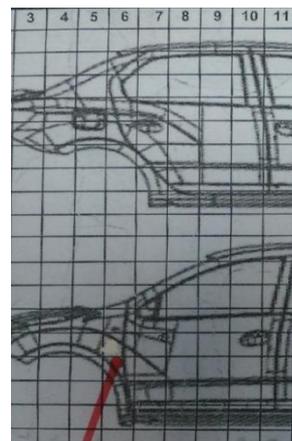


Рис.37 Дефект «Переднее левое крыло – вмятины»

В связи с тем, что в системе закрепление виновника возникновения дефекта происходит лишь за одной бригадой, нередко возникают следующие ситуации (рис.38): На данном рисунке изображена выдержка по дефектам из ИС NGRET. Оператор бригады SE2/2 занес в систему обнаруженный им дефект: «Передняя поперечина – скол». Данная бригада находится в начале сборочного конвейера и является второй по счету. Система определила виновником данного дефекта 715 бригаду, потому что так заложено в ее каталоге (риск повреждения передней поперечины клеммами ВІМ). Данная бригада является 8 по счету с начала конвейера. Однако, как может являться виновником 715 бригада, если кузов еще не доехал до нее.

Такие отклонения являются достаточно частым явлением, что препятствует своевременной проработки дефекта и устранения первопричин его возникновения.

## Дефекты в реальном времени по точкам регистрации дефектов Real time defects of declaration points

### Дефекты / Defects

Тип	PJI	Код элем / Elem	Наименование Naim	Код Инц / Inc	Наименование Naim	Localisation		Declarati on	Imputat ion
						Code	Point		
BGA	10918213028 7	4935	ЛЕВАЯ ФАРА/РЕШЕТКА РАДИАТОРА	0030	ЗАЗОР УВЕЛИЧЕННЫЙ		GSTN	23.05.2016 23:52:17	207
BGA	10918213028 7	4940	БОКОВАЯ ПРАВАЯ ЧАСТЬ БАМПЕРА/ППК	0011	ВЫСТУПАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОЕ		GSTN	23.05.2016 23:52:17	207
BGA	10918213028 7	5654	ВЕРХ ВНЕШН УПЛОТН СТЕКЛА ПЗД	2240	ДЕФОРМИРОВАНО		GSTN	23.05.2016 23:52:17	300
BGA	10918213028 7	6331	Обивка крыши салона или кабины	2171	ВИДНЫ ВНУТР ЧАСТИ УВЕЛИЧЕНО		GSTN	23.05.2016 23:52:17	300
LMP	10918193085 2	4246	ПЕРЕДНЯЯ ПОПЕРЕЧИНА	1510	СКОЛ	A23	SE22	23.05.2016 23:53:26	715
LMP	10918193085 2	4916	ЗАДНИЙ ПРАВЫЙ БОНАРЬ/КРЫЛО	0030	ЗАЗОР УВЕЛИЧЕННЫЙ		GSTN	23.05.2016 23:53:26	300
LMP	10918193085 2	5640	УПЛОТНИТЕЛЬ ВЕТРОВОГО СТЕКЛА	2240	ДЕФОРМИРОВАНО		GSTN	23.05.2016 23:53:26	714

Рис.38 Дефекты в реальном времени

### 3. Отслеживание массовых дефектов по онлайн сводке.

Данный отчет обновляется каждые 2 часа (рис.39). При скорости конвейера 60 а/м в час можно посчитать, что за данный промежуток времени может сойти до 120 дефектных автомобилей, если повреждение носит массовый характер.

Пример: После перерыва оператор положил ключи в рванный карман спец.одежды и при каждой установке накладки центральной стойки кузова наносил повреждение на ЛКП порога автомобиля при касании его коленом.

		он-лайн отчет по дефектам <b>V2</b> на CSC												
дата: 13.04.2016г.		отчетное время												
модель	ответственный	2-00	4-00	6-00	8-00	10-00	12-00	14-00	16-00	18-00	20-00	22-00	0-00	итого за сутки
наименование дефектов														
RF-90														
Обивка потолка салона провисание						7	13	19						
ЗБ/ПЗК увеличен зазор	94/3					7	11	13	16					
Фонарь/ПЗБок утоление						5	8	11						
Крылья /бампер выступание	94/3					7	11	18						
накладки передн крыльев не прилегают	94/3						5	6						
рамка ПЗБоковины выпуклость							5	6						
бампер/лпк выступает							6	7						
ольга слева, справа не прил							11	16	20	24	27	31	33	
фары/реш радиатора разница утоления							6	9						
Дублер ЛЗД, ЛРД выплеск сварки										5	11	15	18	
Накладка фонаря/Пзбоковина утоляет										4				
Обивка потолка 3 ряда провисание	94/1										3	4	5	
П.Б./ЛПК утоп													5	
LB1A														
фонари перепад слева, справа									2	6	12	13	17	
фонари/крылья увеличен зазор											4		6	
Дуб. ЛЗД выпл. Сварки												3		
Ц.Ст. слева вмят	Деградация											3	4	

Рис.39 Он-лайн сводка по массовым дефектам

## **5.2 Разработка программы по автоматизированному учету повреждений и дефектов кузова автомобиля.**

Произвести замену действующей системы не представляется возможным так как она интегрирована в систему РЕНО. Но можно произвести адаптацию, которая поможет представителям группы Анти деградации эффективнее обрабатывать первопричину выявленных дефектов, а также предотвратить дальнейшее их возникновение.

Конечными получателями данной программы должны стать представители группы Анти деградации, а также линейный персонал производства (мастера, начальники цехов и т.д.). Группа должна предоставлять на отчетах, а также направлять руководящему персоналу большое количество графиков, выдержек. Это невероятная трудоемкость. Данная программа должна заменить все бумажные носители, что позволит сэкономить нам ресурсы (бумага); также позволит сократить время на отработку дефектов, а это непосредственно сокращение трудоемкости; также будет отсутствовать необходимость в одном из корреспондентов группы, отвечающем за статистику и обработку и преобразование необходимой информации из системы

На входе мы должны иметь базу данных (нашу картографию в электронном виде). В данной базе должны присутствовать все элементы, инциденты и локализации (согласно ИС NGRET, которая применяется в данный момент), все они должны быть связаны с постами, бригадами и цехами, но не так, как это работает в настоящий момент. Должно быть закрепление, согласно рисков на постах, их активности в данный момент.

Пример: корреспонденты группы проводят аудит рисков по постам и выявляют устранены ли они в данный момент (активны ли риски или пассивны), они заносят информацию в систему и при запросе виновников по дефектам, бригады, в которых данный риск будет в «пассивном состоянии», будут отсеиваться.

Система должна отсеивать не относящиеся к повреждениям кузова элементы (обивка, жгуты и т.д) и инциденты (шум, несоосность и т.д.).

Также при синхронизации с ИС NGRET, должно происходить закрепление дефекта и ответственных за РЛ номером автомобиля.

Немаловажно, что в системе должна быть информация о точках регистрации дефекта (месте его обнаружения), согласно действующей информационной системе NGRET.

Пример: если дефект был обнаружен в бригаде 021, а зоны риска присутствуют в 011, 051, 081, то две последних бригад, как потенциальные виновники, учитываться не будут.

У руководителя группы должна быть возможность вносить изменения, согласно перераспределения рисков, изменения, связанные с увеличением производительности и т.д.

На выходе мы должны получить разного вида отчеты:

- в форме отчета после запроса в поисковой системе (носит информационный характер).

Пример: корреспондент группы или мастер участка заносит № элемента, инцидента и локализацию, на выходе получает указание зон риска в бригадах.

- в форме архива по отработке дефекта (какие меры были приняты мастером и насколько они были эффективны);

- в форме графиков по количеству обнаружения дефектов (ежедневные, еженедельные и ежемесячные);

- в форме отчета по проведению аудита бригад по выявлению активных рисков по нанесению дефектов повреждений и т.д.

Данная программа должна регламентироваться следующими правилами:

- исключать вероятность закрепления ответственного за дефект в случае, дефект был зарегистрирован раньше, чем прошел бригаду с потенциальной зоной риска;

- исключать вероятность закрепления ответственного за дефект в случае, риск по указанному дефекту пассивен;
- иметь возможность архивации данных.

## **Заключение**

Данная тема была выбрана неслучайно. Количество повреждений превышает количество остальных дефектов. В ходе проведенных исследования текущей информационной системы NGRET, информации по возникновению дефектов (в основном они носят исполнительский характер – человеческий фактор), появляется определенная уверенность, что возможно разработать программу по автоматизированному учету повреждений и дефектов кузова автомобиля, в результате чего удастся снизить уровень дефектности на производстве, обеспечить быстрое реагирование по устранению дефектов и выставлению защиты клиента, а также повысить уровень прямого схода автомобилей (без доработки). К сожалению, произвести замену действующей системы не представляется возможным так как она интегрирована в систему РЕНО. Но можно произвести адаптацию, которая поможет представителям группы Анти деградации эффективнее обрабатывать первопричину выявленных дефектов, а также предотвратить дальнейшее их возникновение.

Немаловажно, что в условиях экономического кризиса, данная программа позволит снижения трудоёмкости доработки дефектов, а также уменьшит затраты на материалы.

При обеспечении производства В0 данной программой появится возможность предупреждения и контроля массового выхода дефекта (незамедлительная связь с бригадами, имеющими риск по данным дефектам) и выставление своевременной защиты клиента, создания архива по анализу возникновения данного дефекта (если он начинает повторяться вновь), а также возможность производственного персонала отслеживать закрепленные за ними зоны (необходимо создание корректного каталога по дефектам).

## Список используемой литературы

1. Норенков И.П. Системы автоматизированного проектирования. Кн. 1: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986.
2. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Сольнищев Р.И. Автоматизация проектирования систем автоматического управления. - М.: Высшая школа, 1991.
4. Кузина И.В., Жданов В.С., Денисова Т.С., Ваганова М.Ю. Математическое обеспечение САПР элементов и систем автоматики: Текст лекций. - М.: МИЭМ, 1990.
5. Коннолли Томас, Бегг Каролин. Базы данных. М.: «Вильямс», 2003.
6. Голицына О.А., Максимов Н.В. Базы данных. М.: Форум-Инфра, 2004.
7. Оскерко В.С. Технология организации, хранения и обработки данных. Учебно-практическое пособие для дистанционного обучения. Мн.: БГЭУ, 2002.
8. Оскерко В.С. и др. Современные СУБД. Мн.: БГЭУ, 2001.
9. Передерий, В.П. Устройство автомобиля. – 2008.
10. Чумаченко, Ю.Т., Кузовные работы, легковой автомобиль: Учеб. пос. / Ю.Т.Чумаченко, А.А. Федорченко – Изд. Феникс, 2005.
11. Мастер кузовных работ – Изд.: Современная школа, 2010.
12. Ильин, М.С., Кузовные работы. Рихтовка, сварка, покраска, антикоррозийная обработка – Изд.: Современная школа, 2010.
13. Громаковский, А.А., Покраска автомобиля и кузовные работы: Учебн. пос. / А.Громаковский, Г.Бранихин – Изд.: Питер, 2009.
14. Шкунов И.В., Кузовной ремонт: Изд.: Мир автокниг, 2009.
15. Норенков И. П. Автоматизированное проектирование. Учебник. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000.
16. Joseph, Matt Automotive bodywork and rust repair // Workbench how-to - 2009. – P.

17. Narayan, K. Lalit (2008). Computer Aided Design and Manufacturing. New Delhi: Prentice Hall of India.
18. Farin, Gerald; Hoschek, Josef; Kim, Myung-Soo (2002). Handbook of computer aided geometric design.
19. The Big 6 in CAD/CAE/PLM software industry (2011), CAEWatch, September 12, 2011.
20. Carlson, Wayne (2003). "A Critical History of Computer Graphics and Animation". Ohio State University.
21. Susskind, Alfred K.; McDonough, James O. (March 1953). "Numerically Controlled Milling Machine" Review of Input and Output Equipment Used in Computing Systems. International Workshop on Managing Requirements Knowledge. New York City: American Institute of Electrical Engineers.
22. Асташенко С.Б., Кузовной ремонт легковых автомобилей, Изд. Минск, Автостиль, 2003.
23. Воскобойников, Б. С., Митрович, В. Л. Англо-русский словарь по машиностроению и автоматизации производства. — М.: РУССО, 2003.
24. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010.
25. Rosenberg, M. Bobryakov, S. Elsevier's dictionary of technical abbreviations in English and Russian. — Amsterdam: Elsevier, 2005.
26. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталогное издание. — М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2011.
27. Муромцев Ю. Л., Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. и др. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2010.
28. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.

- 29.Боровков А.И. и др. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор - учебное пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012.
- 30.Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс / Database Systems: The Complete Book. — Вильямс, 2003.