РАЗДЕЛ XV. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Порохня А.А., Нефедов Н.С., Порохня Е.А.

Применения постов приемки при выполнении кузовных работ на станциях
технического обслуживания автомобилей

Северо-Кавказский федеральный университет
(Россия, Ставрополь)

doi: 10.18411/lj-05-2020-57

idsp: ljjournal-05-2020-57

Аннотация

Работы, связанные с ремонтом кузовов автомобилей и восстановлением лакокрасочных покрытий, имеют большую трудоемкость и являются достаточно дорогостоящими. Для сокращения времени выявления повреждений, определения объемов работ и оценки качества их выполнения рекомендуется в кузовных цехах автосервисных предприятий внедрять контроль-диагностические посты. В статье предлагается математическая модель в виде функции от мощности существующего в кузовном цеху диагностического комплекса, определяющая интенсивность поступления заявок на посты приемки-диагностики.

Ключевые слова: ремонт, кузов автомобиля, контроль-диагностическое оборудование, организация работ, поток заявок на кузовные работы; мощность диагностического комплекса.

Abstract

Many works related to the repair of car bodies and to the restoration of paint coatings are very labor-intensive and quite expensive. It is recommended to introduce control and diagnostic posts in the body shops of car service companies to reduce the time required to detect damage as well as determine and evaluate the amount of work and its quality. The article offers a mathematical model in the form of a function depending on the capacity of the current diagnostic complex in the body shop, which determines the number of requests for car repairs.

Keywords: repair, car body, control-diagnostic equipment, work management, requests for bodywork, capacity of the diagnostic complex.

Технология кузовного ремонта представляет собой комплекс мероприятий, направленных на выполнение качественного и быстрого ремонта кузова автомобиля и дальнейшей его окраски. Сложность ремонта кузова определяется степенью и объемом повреждений, а также зависит от поставленных клиентом задач. При незначительных повреждениях какого-то определенного элемента кузова, предусматривается устранение дефекта и дальнейшая покраска поврежденного участка. Для выполнения данных работ необходимо специализированное оборудование, предназначенное для каждого типа работ, проводимых при кузовном ремонте. Для этого проведен анализ и предложено для оснащения таких постов современное контрольно-измерительное оборудование, предложена схема организации работ при внедрении поста, на котором будет оцениваться состояние автомобиля, принимаемого в кузовной ремонт.

Существует несколько классификаций инструментов для кузовного ремонта. Так, по назначению их можно разделить на: сварочные, компрессоры, шлифовальные, рихтовочные, инструменты чистовой доводки и измерительные системы [2].

Проведение кузовного ремонта аварийного автомобиля без наличия стапеля является сложной задачей, требующей приложения немалых усилий. Поэтому для снижения трудозатрат на ремонт кузова наличие стапелей и специальных домкратов

для СТО является обязательным. Используемые в настоящее время стапелы бывают трех видов (рисунок 1).

Самые дорогие и имеющие наибольший функционал из стапелей – платформенные, недостатком которых является их громоздкость.

Для того, чтобы оценить объем повреждений, определить технологию ремонта и необходимые ресурсы, в большинстве случаев желательно, а иногда необходимо наличие специализированного поста для оценки состояния кузова до и после выполненных работ.

Эффективность создания в кузовном цехе такого поста приемки зависит от того, каким контрольно-измерительным оборудованием он будет оснащен.

В общем процессе ремонта кузова автомобиля очень важную роль играет процесс измерения геометрических параметров структурных элементов автомобиля/Автомобиль нельзя правильно отремонтировать без возврата контрольных точек кузова в первоначальное положение, определённое производителем. Для этого нужно делать измерения точно и по несколько раз в процессе ремонта.

Современные измерительные системы можно разделить на механические, электронные и шаблонные.

Механические системы состоят из набора специальных линеек, держателей и направляющих, по которым двигаются эти компоненты. Телескопическая линейка, а также простая рулетка тоже относятся к механическим измерительным системам. Использование специальной измерительной линейки позволяет измерить расстояние между нужными точками, даже находящимися на разных уровнях [1].

Электронные системы работают по принципу сканирования контрольных точек автомобиля и передачи данных в компьютер, который содержит специальную программу с базой данных контрольных точек разных марок и моделей автомобилей. Бывают ультразвуковые и лазерные системы.

Ультразвуковые системы включают в себя источник ультразвука, который помещается под машину и чувствительные элементы, расположенные в контролируемых точках кузова и отражают ультразвуковые волны. Электронное устройство измеряет время, за которое волны возвращаются к источнику ультразвука. По этому времени определяется расстояние, пройденное ультразвуковыми волнами, что позволяет точно установить положение любых контролируемых точек. Таким образом, можно постоянно контролировать положения сразу нескольких точек кузова. [5]

Одним из плюсов данной системы является высокая экономия времени затраченного на диагностику и корректировки в ходе проведения работы.

Примером качественной и эффективной системы на основе ультразвука является система Shark производства Blackhawk. Данная ультразвуковая измерительная система состоит из консоли с монитором, измерительной балки и дуг для измерения положения чашек McPerson. На контрольные точки автомобиля с помощью специальных принадлежностей крепятся ультразвуковые излучатели. Данная система предназначена как для диагностики на любом подъемнике, так и для измерения автомобиля в процессе правки на стапеле. Система Shark совместима практически с любым стапелем,

необходимым условием является только возможность установки балки под днищем автомобиля [6].

Данная измерительная система основана на построении трехмерной геометрической модели методом ультразвука. В отличие от механических или лазерных систем при использовании ультразвука не требуется создавать прямой линии между излучателем и датчиком для измерения выбранных точек. Излучатели посылают сигналы, которые воспринимаются высокочастотными датчиками, расположенными по всей поверхности балки. Каждый излучатель связан с шестью датчиками, что позволяет определить нахождение излучателя в трехмерном пространстве с точностью до десятой доли миллиметра. Для измерения, система на основе минимум трех неповрежденных точек определяет плоскость, параллельную днищу. Все последующие измерения производятся относительно этой плоскости. В данных стендах нет необходимости в жесткой связке балки с автомобилем, как в системах с лазерным методом измерения.

Работа лазерного измерительного устройства строится на методе активного обнаружения и определения координат объекта. На контрольные точки устанавливаются мишени (датчики), настроенное и закреплённое нужным образом сканирующее устройство, опрашивает каждый из этих датчиков. Полученные данные о размерах проверяются в базе данных, и становится видно, куда сместились контрольные точки. Сканирование происходит несколько раз в секунду, таким образом, в момент вытяжки можно легко контролировать этот процесс, не отходя от экрана монитора [4].

Наиболее распространенной лазерной системой является Genesis. Компактный сканер, снабженный четырьмя безопасными лазерами, подводится под любое место кузова автомобиля, причем большая точность при установке и излучателя, и автомобиля не требуется. Затем в соответствии с указаниями компьютера подбираются крепежные элементы и зеркальные мишени. Перемещающийся в горизонтальной плоскости луч, отразившись от одного из зеркал, возвращается в приемник. Углы излучения и приема фиксируются сканером, после чего компьютер рассчитывает горизонтальную проекцию положения контрольной точки. Каждое зеркало имеет вертикальные черные полосы, что-то вроде штрих-кода, позволяющие электронике идентифицировать мишень и определить ее вертикальную проекцию.

Возможности системы GENESIS VECTOR:

- обновление информации на экране монитора, происходящее каждые 3 с, дает возможность визуального контроля процесса восстановления геометрии кузова автомобиля, даже не прерывая его ни на секунду;
- до 30 контрольных точек одновременно;
- возможность измерения двух автомобилей одновременно;

Возможно использование на постах приемки кузовного цеха и лазерных систем **UBL 1G TROMMELBERG (КНР)**. Данная лазерная система предназначена для сравнительных измерений повреждения элементов кузова легкового автомобиля или кабины грузового автомобиля одновременно с обеих сторон. Измерения производятся при помощи специального измерительного устройства с двумя лазерными головками. Лазерные лучи, излучаемые параллельно центральной линии автомобиля, позволяют точно и быстро сравнить поврежденную сторону автомобиля с неповрежденной [7].

К достоинствам этой системы можно отнести:

- быструю и легкую установку;
- высокую точность при ремонте повреждений боковых частей кузова;
- возможность настраивать взаимное расположение дверей, стоек и других элементов кузова с минимальными затратами времени;
- наличие монтажных адаптеров;
- универсальный монтажный комплект позволяет монтировать лазерную систему на любых типах автомобилей.

Помимо ультразвуковых и лазерных систем стали появляться системы основанные и на других принципах. *Siver Data (Сивер Дата)* – оптоэлектронная измерительная система, предназначенная для контроля геометрии кузова автомобиля или его отдельных частей.

Измерительная часть системы состоит всего из двух элементов - мишени-указки и измерительной балки. Система отображает трехмерные координаты измеряемой точки, её смещение относительно контрольной. Точность измерительной системы - 2 мм, что выше допусков на кузовные работы (3-10 мм).

Система позволяет одинаково легко измерять днище кузова, верхнюю часть - проемы дверей, окон и т.д., не требует механической привязки к рихтованному стенду и совместима с любыми типами стapeлей. Для инспекции размеров автомобиля достаточно подъемника [3].

Система обеспечивает бесконтактное измерение координат мишени-указки в пространстве, путём фиксирования её положения видеокамерами и дальнейшим трёхмерным моделированием. Система использует принцип бинокулярного зрения. Функцию «глаз» в системе выполняют две камеры, расположенные на концах измерительной балки. Если какой-либо контрастный объект попадает в поле зрения двух камер, система может точно вычислить его пространственные координаты. Таким контрастным объектом служат расположенные в особом порядке светодиодные лампочки на мишени-указке. Достаточно в поле зрения двух камер прикоснуться щупом к любой контрольной точке на кузове автомобиля, чтобы определить её положение в трёхмерном пространстве.

Преимущества инновационной электронной системы измерения геометрии кузова SIVER DATA:

Нет механических частей, нет сложной электроники, нет лазера, измерительная балка может быть расположена произвольно. Указка механически независима (не используются рельсы и т.п.) – более гибкое и комфортное использование.

Не привязана к стapeлю – можно использовать на нескольких стapeлях с минимальными затратами времени для перемещения системы.

Из-за отсутствия требований по установке системы не требуется установка машины на стapeль – можно сделать быстрый экспресс-анализ и диагностику кузова.

Как показал проведенный анализ современных диагностических систем, предназначенных для оценки состояния кузова автомобиля, они позволяют с достаточной точностью, быстро определить места повреждений и в процессе работ отслеживать необходимые геометрические параметры. Кроме того, все системы компьютеризированы, компьютерные программы сравнивают полученные данные с данными, заложенными производителями кузовов и вычисляется расхождение, которое отображается на мониторах в цифровом и графическом видах. Информация по каждому измеренному автомобилю сохраняется в памяти компьютера. Распечатанный отчет о повреждениях, о ремонте, тех. карта автомобиля служат документальным подтверждением текущего состояния кузова.

Предлагаемая схема организации работ при внедрении поста, на котором будет оцениваться состояние автомобиля, принимаемого в кузовной ремонт представлена на рисунке 1.

Потоки, формирующие переход в вершину упущенный спрос приведены в данной граф-схеме только с целью обозначить потоки потерь и в формировании системы уравнений не участвуют. При этом объем упущенного спроса в единицу времени может быть посчитан как:

$$Q_{\text{потерь}} = \lambda_r \cdot \sum_{i=0}^{n+m} P_{k+r,i} + P_{k+r,n+m} \cdot \lambda_d = P_{u_{k+r}} \cdot \lambda_r + P_{k+r,n+m} \cdot \lambda_d$$

где λ_r - интенсивность поступления заявок на посты зоны кузовного ремонта. В этом потоке учитываются только те заявки, которые поступают на посты кузовного ремонта, без проведения приемки-диагностики;

λ_d - интенсивность поступления заявок на посты/в очередь приемки- диагностики (в зависимости от состава диагностических средств);

Рисунок 1 – Граф-схема выполнения работ в кузовном цехе СТОА с использованием поста диагностики

Итак, наряду с описанными выше, есть потоки, переводящие систему с одного горизонтального уровня на другой и при этом не оставляющие ее в одном вертикальном слое. Рассмотрим суммарный поток, переводящий систему из одного вертикального слоя состояний в другой; Несмотря на то что формирование связей в основном теле графа несколько отличается от таковых в верхнем горизонтальном уровне и в нижнем, этот поток будет равен:

$$Q_i = \sum_{j=0}^{k+r} P_{j,i} + i \cdot \mu_d = i \cdot \mu_d + \sum_{j=0}^{k+r} P_{j,i} = i \cdot \mu_d \cdot P_{d_i}$$

для $i < n$, или:

$$Q_i = \sum_{j=0}^{k+r} P_{j,i} + n \cdot \mu_d = n \cdot \mu_d + \sum_{j=0}^{k+r} P_{j,i} = n \cdot \mu_d \cdot P_{d_i}$$

для $i \geq n$

В соответствии со сказанным интенсивность поступления заявок на посты приемки-диагностики в виде функции от мощности существующего в зоне приемки-диагностики (п.д.) диагностического комплекса принимается равным:

$$\lambda_d(\xi_d) = \lambda_u \cdot (\varphi \cdot U_3(\xi_d) + (1 - \varphi \cdot U_3(\xi_d)) \cdot K_{рд} \cdot K_{ск_2})$$

$$\lambda_d(\xi_d) = \lambda_u \cdot (0,6 \cdot 0,0927 + (1 - 0,6 \cdot 0,0927) \cdot 0,9 \cdot 0,9)$$

где ξ_d – доля охвата максимально возможного комплекса диагностических параметров применяемым оборудованием ($\max(\xi_d)=1$);

λ_u – полная интенсивность поступления заявок на проведение кузовных работ на СТО, зависит от структуры диагностических средств и от входного потока;

$$\lambda_u = G_u^{-1} \cdot (K_{зап})$$

где G_u^{-1} – обратная функция G_u .

$K_{зап}$ – коэффициент заполнения = 0.8

$$G_u = \left[\sum_{i=0}^{k-1} \frac{\rho_u^{i+1}}{i!} + \frac{\rho_u^k}{(k-1)!} \cdot \sum_{s=1}^r \left(\frac{\rho_u}{k} \right)^s \right] \cdot P_{u_0}$$

g – максимальное количество резервных мест в очереди — ограничение по очереди, при достижении (превышении) которого все приходящие требования отклоняются;

ρ_u – приведенная плотность потока отказов по системе «посты кузовного ремонта», или минимально необходимое количество постов для СМО без ограничения очереди:

$K_{рд}$ – доля клиентов, заявки от которых не имеют проявлений неисправностей, что подпадают под существующий комплекс диагностики, но персоналом СТО им предложено пройти дополнительную (предупредительную) диагностику ($K_{рд} = 0,9$);

$K_{ск_2}$ – доля «клиентов из $K_{рд}$ » которые, согласились на прохождение дополнительной диагностики ($K_{ск_2} = 0,9$ (при бесплатной диагностике))

($K_{ск_2} = 0,4$ (при платной диагностике)). Этот коэффициент, помимо причин связанных с ожиданием клиентом дополнительных потерь времени и т.д., определяется также стоимостью проведения диагностики.

φ – максимальная доля потока заявок, которые требуют проведения диагностирования ($\varphi = 0,6$), т.е. в долю φ входят те заявки, которые имеют неоднозначные проявления неисправностей, которые в принципе могли бы быть продиагностированы по современному уровню развития диагностики без снятия агрегатов и пр.

Таким образом, нами предлагается математическая модель определения интенсивность поступления заявок на посты приемки-диагностики в виде функции от мощности существующего в зоне приемки-диагностики диагностического комплекса.

1. Альтхаус, Р. Автомобильные кузова: ремонт, уход, окраска/Рейнер Альтхаус. –М.: АСТ: Астрель, 2008.- 206с.
2. Ильин М.С. Кузовные работы: рихтовка, сварка, покраска, антикоррозийная обработка - М.: Изд-во «Книжкин Дом», Изд-во «Эксмо», 2005, — 480 с.
3. Карл Дамшен Ремонт автомобильных кузовов. Серия «Автомеханик» сокр. Пер. с нем. В.С. Турова под. Ред. А.Ф. Синельникова. –М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2007. – 240 с.
4. С. Афонин «Рихтовка и окраска кузовов автомобилей. Подготовка к по-краске, сварка, рихтовка и многое другое. Практическое руководство» ПОНЧиК, 2013 год, 140 стр.
5. Савич, А.С. Ремонт кузовов легковых автомобилей: Учебное пособие / Е.Л. Савич, В.С. Ивашко, А.С. Савич; Под общ. ред. Е.Л. Савич. - М.: НИЦ Ин-фра-М, Нов. знание, 2012. - 320 с.
6. <http://autolak.ru/> .
7. <http://www.trommelberg.ru/> .