

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ (FMEA)

Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Беляев Э.И.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережные Челны, Россия (423812, Набережные Челны, пр. Сююмбике, 10А), e-mail: kamIVM@mail.ru

В статье приводится разработанная практическая методика, позволяющая совершенствовать процесс обслуживания автомобильной техники на газомоторном топливе. Методика направлена на повышение параметров надежности автомобильной техники на газомоторном топливе путем совершенствования технологического процесса технического обслуживания газобаллонного оборудования. Для повышения качества обслуживания газобаллонных автомобилей используется метод FMEA-анализа системы технического обслуживания в целом и отдельно технологического процесса. Анализ возможности возникновения дефектов газобаллонного оборудования позволил выявить основные факторы, влияющие на его надежность, а также резервы повышения качества процесса технического обслуживания. На основе результатов анализа доработан технологический процесс технического обслуживания газобаллонного оборудования ТО-1. Практическое применение методики позволяет сократить, устранить и предотвратить отказы в системе питания газобаллонного оборудования, а, следовательно, повысить надежность и безопасность эксплуатации газобаллонных автомобилей.

Ключевые слова: газомоторное топливо, газовое оборудование, надежность, техническое обслуживание, FMEA-анализ.

IMPROVEMENT OF CARGO VEHICLES GAS CYLINDER EQUIPMENT MAINTENANCE PROCESS WITH USE OF DEFECTS POSSIBILITY ANALYSIS TECHNOLOGY (FMEA)

Makarova I.V., Khabibullin F.G., Belyaev E.I.

Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia (423812, Naberezhnye Chelny, pr. Syuyumbike, 10A), e-mail: kamIVM@mail.ru

In the article given developed practical technique allowing to improve process of automotive vehicles service on gas motor fuel. The technique is directed on increase of automotive vehicles on gas motor fuel reliability parameters by improvement of the gas cylinder equipment maintenance technological process. For improvement of gas cylinder cars service quality the method of the FMEA analysis of maintenance system in general and separately technological process is used. The analysis of the gas cylinder equipment defects possibility allowed to reveal the major factors influencing its reliability, and also reserves of maintenance process quality improvement. On the basis of the gas cylinder equipment maintenance analysis technological process results TO-1 is finished. Practical application of a technique allows to reduce, eliminate and prevent refusals in a power supply system of the gas cylinder equipment, and, therefore, to increase reliability and safety of operation of gas cylinder cars.

Keywords: gas motor fuel, gas equipment, reliability, maintenance, FMEA analysis.

В последние годы во всем мире, в том числе и в России, наблюдается рост численности автомобильного парка, что повышает интерес к газобаллонным автомобилям (ГБА), использующим в качестве моторного топлива компримированный природный газ (КПГ). Это объясняется увеличением цен на нефть, жесткими экологическими требованиями к двигателям внутреннего сгорания, желанием правительств экономически развитых стран перейти на возобновляемые виды энергии. Использование природного газа для многих стран решает как ресурсную задачу по надежному обеспечению автомобильного транспорта топливом, так и экологическую проблему, связанную с уменьшением вредного воздействия

автотранспортных средств на окружающую среду.

Однако развитию российского рынка ГБА на КПП препятствует слабое развитие инфраструктуры: системы заправочных сетей и доставки топлива, небольшое количество диагностических и сервисных центров, отсутствие квалифицированного персонала. Также имеется проблема качества обслуживания газобаллонных автомобилей в существующих сервисных центрах. Связано это с тем, что технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта (ТО и ТР) ГБА, работающих на КПП, имеют ряд специфических особенностей [9].

На территории обслуживающего предприятия должны быть организованы:

- пост проверки герметичности газобаллонного оборудования;
- пост выпуска (аккумулирования) газа и дегазации баллонов;
- специализированный участок по ТО и ТР газовой аппаратуры;
- склад для хранения опорожненных дегазированных баллонов для КПП;
- открытые площадки для хранения ГБА.

Перед постановкой на пост технического обслуживания проверяется герметичность газового оборудования и его соединений. При утечке газа в соединениях въезд на пост технического обслуживания ГБО допускается только после устранения негерметичности.

По окончании технического обслуживания или ремонта газового оборудования автомобиль направляют на общие посты для дальнейшего прохождения ТО и ТР автомобиля в целом.

При техническом обслуживании (ТО-1) в основной период эксплуатации выполняются следующие виды работ:

- Проверка внешним осмотром состояния и крепления газовых баллонов. Повреждение наружной поверхности и ослабление креплений не допускается;
- Проверка внешним осмотром состояния газовых трубопроводов;
- Проверка тестер-программатором редуктора высокого давления;
- Проверка работы наполнительного и расходного вентилей заправочной крестовины на плавность срабатывания и надежность закрытия;
- Замена фильтрующего элемента системы питания двигателя газом.

Алгоритм технологического процесса газобаллонного оборудования ТО-1 представлен на рисунке 1.

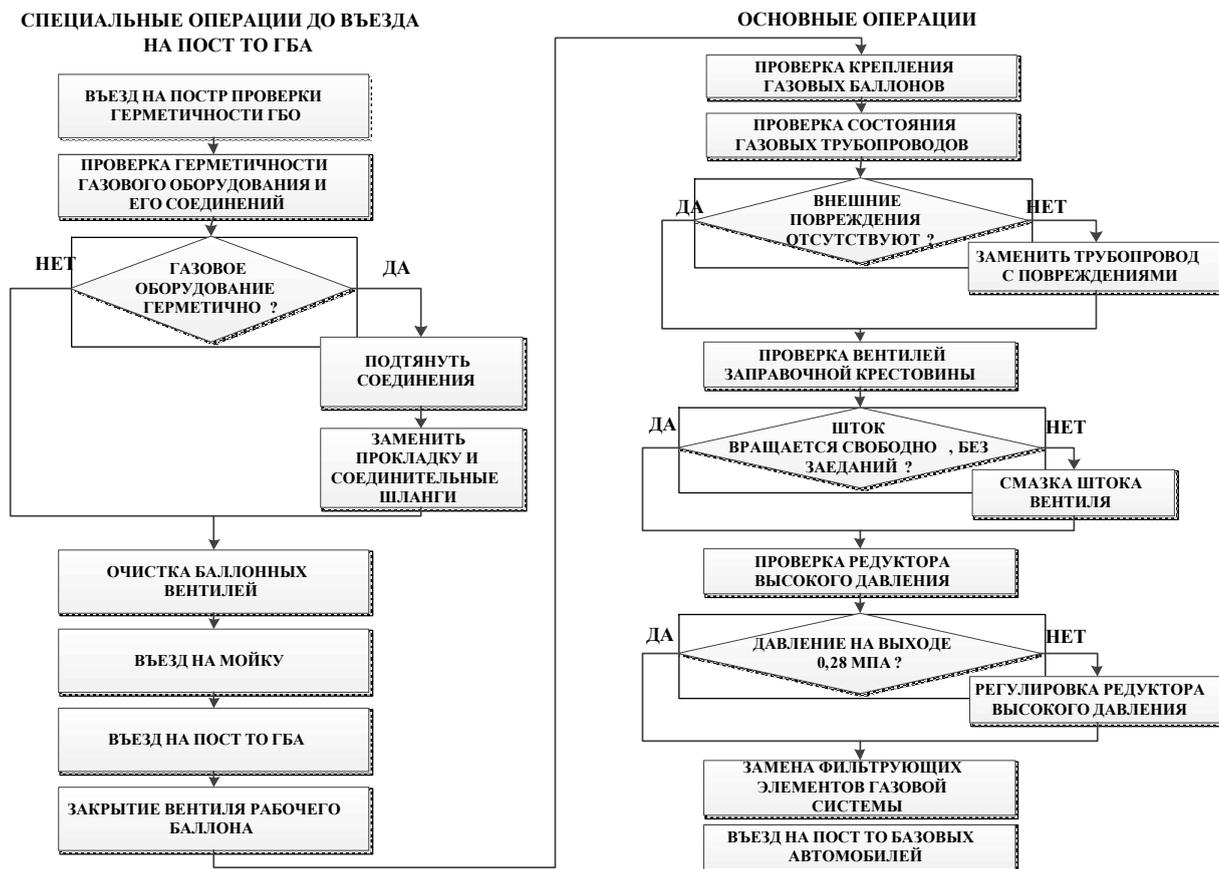


Рис. 1. Технологический процесс технического обслуживания газобаллонного оборудования

В современных рыночных условиях непрерывное повышение качества всех процессов производства становится важным фактором конкурентоспособности. Стратегия улучшения качества включает в себя все мероприятия, осуществляемые на предприятии в целях повышения эффективности и результативности деятельности и процессов для получения выгоды как для организации, так и для ее потребителей и общества в целом.

Необходимым условием результативности функционирования системы качества является контроль технических, административных и человеческого факторов, влияющих на качество предоставляемых услуг. Такой контроль должен быть направлен на сокращение, устранение и, что наиболее важно, предотвращение несоответствий [8].

Для планирования мероприятий по повышению качества технического обслуживания газобаллонного оборудования грузовой автомобильной техники использовался метод FMEA-анализа. FMEA (аббревиатура от Failure modes and effects analysis, анализ видов и последствий отказов) – метод анализа, применяемый в менеджменте качества для определения потенциальных дефектов (несоответствий) и причин их возникновения в изделии, процессе или услуге [7].

В соответствии с данным методом любой дефект (несоответствие) рассматриваемого объекта анализа может быть достаточно полно охарактеризован тремя критериями:

- Ранг значимости (S) – балльная оценка тяжести последствий несоответствия.

- Ранг возникновения (O) – балльная оценка частоты (вероятности) возникновения причины несоответствия.
- Ранг обнаружения (D) – балльная оценка вероятности обнаружения потенциального дефекта или его причины.

Для каждого из этих критериев имеется своя шкала экспертных оценок в диапазоне от 1 до 10. Причем эта шкала возрастающая, то есть, чем больше значимость или частота появления отказа, тем выше соответствующие оценки [2].

Интегральная (обобщенная) оценка критичности данного дефекта вычисляется как произведение трёх оценок по трём указанным критериям и представляет собой приоритетный коэффициент риска (ПЧР). Эта обобщённая оценка может принимать значения от 1 до 1000, причём, чем она выше, тем больше вреда может принести данный дефект (несоответствие).

Недостаточно высокое качество выполнения технического обслуживания газобаллонного оборудования может иметь следующие последствия:

- снижение удовлетворенности клиентов;
- угроза безопасности потребителя;
- падение имиджа компании [4, 5].

Качество технического обслуживания газобаллонных автомобилей зависит от многочисленных факторов, между которыми существуют отношения типа причина-результат. В процессе FMEA-анализа причины проблем распределяются по ключевым категориям. В качестве таких категорий выступают – человек, технология, оборудование, материалы (товарно-материальные ценности) и окружающая среда. Все причины, связанные с исследуемой проблемой, детализируются в рамках этих категорий:

- Причины, связанные с человеком включают в себя факторы, обусловленные состоянием и возможностями человека.
- Причины, связанные с технологией, заключают в себе то, каким образом выполняется работа, а также все, что связано с производительностью и точностью выполняемых операций, процесса или действий.
- Причины, связанные с оборудованием, – это все факторы, которые обусловлены оборудованием, приспособлениями, используемыми при выполнении действий.
- Причины, связанные с товарно-материальными ценностями, – это все факторы, связанные с расходными материалами и комплектующими изделиями.
- Причины, связанные с внешней средой, – это все факторы, определяющие воздействие внешней среды на выполнение действий [1].

Все факторы проанализированы и проранжированы по степени влияния на процесс технического обслуживания газобаллонных автомобилей. Результат ранжирования

последствий и причин недостаточно высокого качества выполнения технического обслуживания представлен в таблице 1.

Таблица 1

Матрица FMEA-анализа системы технического обслуживания газобаллонных автомобилей

Потенциальное несоответствие	Последствия	S	Причины потенциального нарушения	O	D	ПЧР
Недостаточно высокое качество технического обслуживания ГБО	Снижение удовлетворенности клиентов	7	Недостаточная квалификация персонала	2	3	60
			Недостаточная мотивация персонала	3	3	90
			Неукомплектованность штата	2	1	20
			Недостаточное освещение в цехе	1	2	20
			Нарушение температурно-влажностного режима	2	2	40
			Недостаточная чистота и порядок в цехе	2	2	40
	Угроза безопасности потребителя	10	Несоблюдение технологии технического обслуживания	3	3	90
			Недостаточные возможности технологического процесса	7	3	210
	Падение имиджа предприятия	7	Устаревшее оборудование	3	3	90
			Низкое качество поставляемых ТМЦ	6	3	180
Несвоевременное обеспечение ТМЦ			5	3	150	

Как видно из таблицы 1, наибольшее влияние на качество технического обслуживания ГБО оказывают следующие факторы:

- Несвоевременное обеспечение товарно-материальными ценностями (ТМЦ);
- Низкое качество поставляемых ТМЦ;
- Недостаточные возможности технологического процесса.

Соответственно, данные причины недостаточно высокого качества технического обслуживания газобаллонного оборудования являются наиболее значимыми. Поэтому корректирующие и предупреждающие действия, в первую очередь, должны назначаться для корректировки этих факторов [6].

Для выявления возможностей совершенствования технологического процесса изучены возможные виды потенциальных дефектов газобаллонного оборудования, возникающих при эксплуатации автомобиля в интервале пробега 25–30 тыс. км, их последствия для безопасности и комфорта потребителя. Данные были получены в производственно-технической службе одного из предприятий, обслуживающего и эксплуатирующего грузовые автомобили на газомоторном топливе [3]. Результаты FMEA-анализа представлены в таблице 2.

В связи с многочисленными рекламациями по поводу выхода из строя дозаторов газа, газовых вентилях и датчиков фазы (рисунок 2) и их высокими приоритетными числами риска возникновения дефектов (таблица 2), следует добавить проверку этих элементов газовой

системы питания в технологический процесс первого технического обслуживания ТО-1 в основной период эксплуатации. Дозаторы газа и датчики фазы рекомендуется диагностировать тестер-программатором Аскан-10.

Таблица 2

Матрица FMEA-анализа технологического процесса технического обслуживания газобаллонного оборудования

№ п/п	Процесс	Потенциальный дефект	Последствия	S	Меры по обнаружению	D	ПЧР
1	Проверка герметичности газового оборудования и его соединений	Негерметичность газового оборудования и его соединений	Пожаро- и взрывоопасность	10	Течеискатель	1	70
2	Проверка крепления газовых баллонов на кронштейне	Ослабление крепления баллонов	- Осевое смещение и проворачивание баллонов - Выпадение баллонов - Разрыв трубок	9	Внешний осмотр	1	90
3	Проверка состояния газовых трубопроводов	Повреждение газовых трубопроводов	Утечка газа	9	Внешний осмотр	1	90
4	Проверка вентилей заправочной крестовины	Шток вращается с заеданиями	Утечка газа при заправке баллонов	9	Внешний осмотр	1	90
5	Проверка редуктора высокого давления	Резкое снижение давления на выходе из редуктора	- Недостаточная подача топлива - Затрудненный пуск двигателя	7	Тестер-программатор Аскан-10	2	98
6	Проверка дозатора газа	- Заклинивание дозатора - Отказ электромагнита дозатора	- Значительное отклонение состава топливо-воздушной смеси - Недостаточная подача топлива - Затрудненный пуск двигателя	7	Не проверяется при ТО-1	7	343
7	Проверка датчика фазы	Отсутствие сигнала датчика фазы	- Незначительное ухудшение мощностных показателей - Незначительное увеличение расхода топлива и токсичности отработавших газов	6	Не проверяется при ТО-1	7	294
8	Проверка баллонных вентилях	- Повреждение корпуса вентиля - Износ уплотнительных колец	Утечка газа	9	Не проверяется при ТО-1	7	441

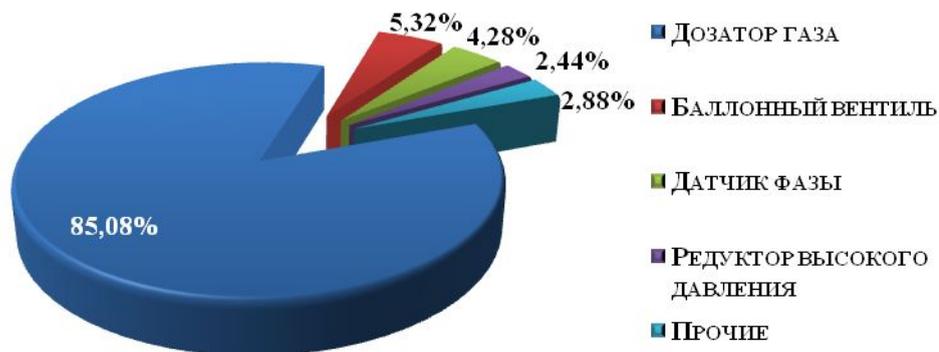


Рис. 2. Процентное соотношение количества рекламаций по газовому оборудованию

Алгоритм технологического процесса ТО газобаллонного оборудования, усовершенствованный по результатам FMEA-анализа, приведен на рисунке 3.

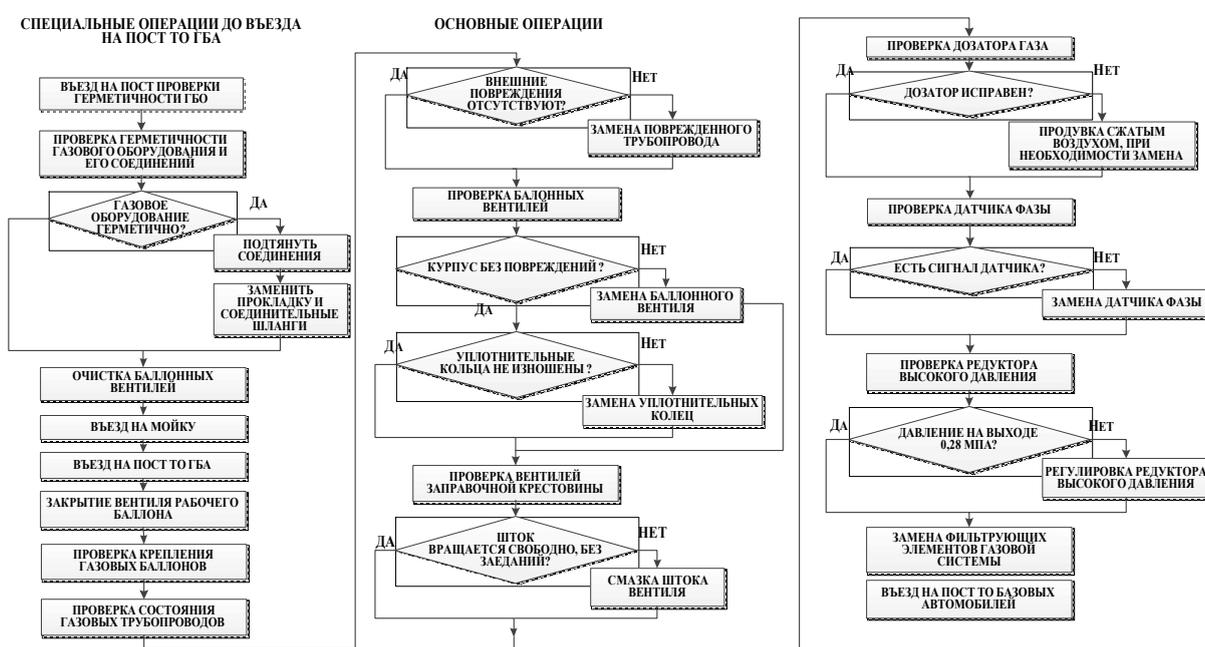


Рис. 3. Усовершенствованный технологический процесс технического обслуживания газобаллонного оборудования

Для повышения качества обслуживания газобаллонных автомобилей в статье было предложено использовать метод FMEA-анализа системы технического обслуживания в целом и отдельно технологического процесса. В результате анализа выявлены основные факторы, влияющие на качество выполнения технического обслуживания газобаллонного оборудования. На основе результатов FMEA-анализа доработан технологический процесс технического обслуживания газобаллонного оборудования ТО-1 в основной период эксплуатации. Усовершенствованный технологический процесс направлен на сокращение, устранение и предотвращение отказов в системе питания газом, а, следовательно, на повышение надежности и безопасности эксплуатации газобаллонных автомобилей.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделяемой Казанскому федеральному университету для выполнения проектной части задания в сфере научной деятельности

Список литературы

1. Анализ видов, последствий и причин потенциальных несоответствий (FMEA): методические указания [Электронный ресурс]. Новое качество, 2013. – 22 с. Режим доступа: <http://www.new-quality.ru/lib/fmea.html>
2. Вашуков Ю.А., Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Анализ видов, последствий и причин потенциальных несоответствий (FMEA): методические указания / Самарский Государственный аэрокосмический университет, 2008. – 31 с.
3. Газобаллонная автотехника КАМАЗ [Электронный ресурс]. КАМАЗ, 2013. – Режим доступа: <http://www.kamaz.ru/ru/vehicle/gas/>
4. Ерохов В.И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика): учебник для вузов, 2008. – 598 с.
5. Лиханов В.А., Девятьяров Р.Р. Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования / Киров: Вятская ГСХА, 2006. – 183 с.
6. Мировая газомоторная статистика [Электронный ресурс]. Национальная газовая ассоциация, 2013. – Режим доступа: <http://www.ngvrus.ru/>
7. Панюков Д.И., Скрипачев А.В. Инженерные методы управления качеством. Анализ видов, причин и последствий потенциальных дефектов (FMEA): учебное пособие – Тольятти: ТГУ, 2007. – 133 с.
8. Пономарев С. В., Мищенко В. Я. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: уч. пособие. – 2005. – 248 с.
9. РД-3112199-1095-03 «Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе».

Рецензенты:

Ахметзянова Г.Н., д.п.н., заведующий кафедрой «Информационные технологии» Набережночелнинского филиала Института экономики, управления и права, г. Набережные Челны.

Кулаков А.Т., д.т.н., заведующий кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Набережные Челны.