

УДК 629.113.004

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ АВТОМОБИЛЕЙ НА БАЗЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Баженов Ю.В., Баженов М.Ю.

ФГБОУ ВПО Владимирский государственный университет, Владимир, Россия (600000, г. Владимир, ул. Горького, 85), bagenovuv@mail.ru

Приведены результаты исследований по автоматизации процессов управления техническим состоянием автомобилей в эксплуатации. Показана функциональная схема управления производственными процессами обслуживания и ремонта автомобилей с диагностированием их технического состояния, по результатам которого принимается решение о проведении необходимых технических воздействий. Для повышения эффективности принятия решений по поддержанию и восстановлению работоспособности автотранспортных средств предложено программное обеспечение разработанной системы управления, обязательными элементами которой являются базы данных по каждому автомобилю, нормативным и текущим значениям диагностических параметров, рекомендуемым техническим воздействиям при отклонениях значений диагностических параметров от нормативных. Реализация принятия управленческих решений по выполнению необходимых операций по техническому обслуживанию или ремонту показана на примере двигателя ЗМЗ-4063.10.

Ключевые слова: автомобиль, управление, базы данных, диагностические параметры.

PROCESS AUTOMATION OF THE TECHNICAL CONDITION CONTROL OF MOTOR VEHICLE BASED ON THE DIAGNOSTIC INFORMATION

Bazhenov Y.V., Bazhenov M.Y.

Vladimir State University, Vladimir, Russia (600000, Vladimir, Gorkiy street, 85), bagenovuy@mail.ru

The results of research of the process automation of the technical condition control of motor vehicle in operation are presented. A functional scheme of the industrial process control of motor vehicle's maintenance and repair is shown with diagnosing their technical condition, which resulted in the decision to conduct the necessary technical impacts. To improve the efficiency of decision-making to maintain and restore health of vehicles software developed control systems is proposed, essential elements of which are the database for each car, regulatory and current values of the diagnostic parameters recommended by the technical effects of deviations from the values of the diagnostic parameters regulations. Implementation of management decisions of the necessary technical influences is shown on example of engine model ZMZ-4063.10.

Keywords: motor vehicle, control, databases, diagnostic parameters.

Поддержание автотранспортных средств (АТС) в технически исправном состоянии является одной из основных задач службы технической эксплуатации автотранспортного предприятия (АТП) и важной составляющей общей системы обеспечения их надежности. На фактические показатели надежности в процессе эксплуатации оказывают влияние большое число факторов (условия эксплуатации, организация ТО и ремонта, квалификация персонала, производственно-техническая база предприятия и др.). Управление этими факторами позволяет существенно повысить долговечность и безотказность автомобилей и их агрегатов.

Под управлением техническим состоянием объекта подразумевается комплекс технических воздействий, направленных на предупреждение отказов и восстановление значений параметров технического состояния до требуемого уровня.

Система управления техническим состоянием автомобилей базируется на достоверной информации о текущем состоянии элементов автомобилей, которая может быть получена только в процессе их диагностирования. На основе этой информации в производстве решаются следующие задачи:

- устанавливаются периодичности технических обслуживаний (ТО-1 и ТО-2);
- выявляется необходимый перечень и объем технических воздействий по ТО и ремонту;
- определяется остаточный ресурс диагностируемых узлов и агрегатов и т.д.

Функциональная схема управления производственными процессами ТО и ремонта автомобилей с диагностированием их технического состояния приведена на рис.1. Исходные данные X_0 , вводимые в управляющую систему (УС), выдаются в виде необходимости проведения различных видов ТО или ремонта. Объем технических воздействий и перечень операций из-за вариации технических состояний автомобиля, обусловленных влиянием факторов внешней среды (ВС), уточняется с помощью средств диагностирования (СД). Результаты диагностирования в виде значений диагностических параметров X_i вводятся в управляющую систему.

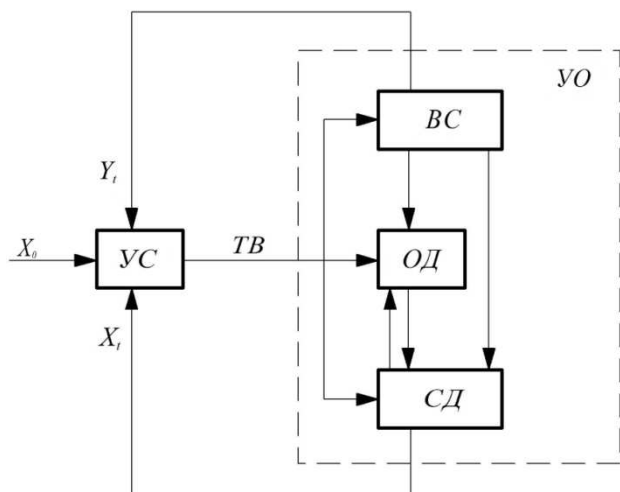


Рис. 1. Схема управления техническим состоянием объекта в эксплуатации: УС – управляющая система; ТВ – технические воздействия; ВС – внешняя среда; ОД – объект диагностирования; СД – средства диагностирования; УО – управляемый объект

Управляющая система (начальник производства, мастер, бригадир) принимает решение о проведении необходимых технических воздействий по каждому конкретному автомобилю с целью доведения конструктивных элементов автомобиля Y_i до нормативных или близких к нему значений. Принятые в управляющей системе решения реализуются проведением необходимых операций ТО или ремонта.

Результативность выполненных технических воздействий проверяется подсистемой обратной связи сравнением диагностических параметров после выполнения ТО или ремонта с их нормативными значениями. Если полученные результаты соответствуют нормативным значениям, автомобиль считается технически исправным и направляется в эксплуатацию.

Таким образом, внедрение диагностирования в процесс управления техническим состоянием позволяет уточнить объемы регламентных работ применительно к управляемому объекту, исключить затраты на проведение преждевременных операций профилактических и ремонтных работ, сократить расходы запасных частей и материалов, оценить качество ремонтно-профилактических работ, полнее использовать заложенный в объект потенциальный ресурс. Отсутствие диагностирования в системе управления делает ее неуправляемой, разомкнутой.

Практика работы АТП показывает, что в процессе поиска и уточнения неисправностей контролируемых узлов персонал, осуществляющий диагностирование технического состояния АТС, обрабатывает значительный поток информации. В таких условиях качество принимаемых решений по назначению комплекса ТВ во многом зависит от опыта и квалификации производственного персонала предприятия.

Перспективным направлением повышения эффективности системы управления техническим состоянием объектов является автоматизация процессов принятия решений по поддержанию и восстановлению их работоспособности на базе компьютерных программ.

Для предприятий автомобильного транспорта предлагается использование компьютерных программ, разработанных на базе стандартного пакета Microsoft Access, представляющего собой настольную систему управления базами данных (СУБД).

Программное обеспечение системы управления техническим состоянием автомобилей включает в себя:

- базы данных автомобилей, нормативных значений диагностических параметров, деталей со средними наработками до отказа, ремонтных воздействий;
- результаты диагностирования;
- рекомендуемые технические воздействия.

«База данных диагностических параметров» включает перечень диагностических параметров, принятых для оценки технического состояния агрегата, для которого установлены их нормативные значения, а также значения показателя степени α , характеризующего скорость изменения параметра по наработке. Значения показателя степени α определяют опытным путем на основе обработки статистических данных для различных параметров, выбранных для оценки технического состояния двигателей. В качестве примера на рис. 2 показана база данных диагностических параметров для оценки технического состояния кривошипно-шатунного механизма двигателя ЗМЗ-4063.10.

Диагностические параметры : форма

База данных диагностических параметров

	Номинальное значение	Предельное значение		α
Давление в конце такта сжатия X(4-2):	12	9,6	кг/см ²	1,3
Значение относительных утечек воздуха при положении поршня в ВМТ X(4-3) в течении не менее 5 сек, снижение с 1,5 до:	1	0,75	кг/см ²	1,6
Расход картерных газов при 4000 мин-1 X(4-14):	22	62	л/мин	1,5
Значение давления в главной масляной магистрали при 2500 мин-1 X(4-15):	5	3	кг/см ²	1,4
Значение давления в главной масляной магистрали при 700-800 мин-1:		1,1	кг/см ²	
Суммарный зазор в верхней и нижней головках шатуна X (4-16):	0,0135	0,0725	мм	1,4

Рис. 2. База данных диагностических параметров

Наиболее важным разделом программы является «база данных результатов диагностирования», которая содержит следующую информацию: модель автомобиля, его государственный номер, дату проведения контроля, пробег с начала эксплуатации, значения диагностических параметров (рис. 3). По мере формирования этой базы можно установить закономерности изменения диагностических параметров по наработке автомобиля и значения показателей степени α .

Диагностика : форма

Диагностика автомобилей

Автомобиль: ГАЗ-33022

Автомобиль: ГАЗ-33022 Гос. номер: Т-683-ЕМ (33)

Дата	Пробег, тыс км	Давление в конце такта сжатия, кгс/см ²	Утечка воздуха, кгс/см ²	Расход картерных газов, л/мин	Давление масла при 2500 об, кгс/см ²	Давление масла при 700 об, кгс/см ²	Зазор в головке шатуна, мм
11.03.12	150	11	0,9	30	4,5	1	0,02
11.04.12	166	10,8	0,85	35	4,2	1,2	0,025
11.05.12	182	10,5	0,82	38	4	1,15	0,03

Сортировать ремонты по:

- Трудозатратам
- Стоимости
- Коэф-ту изменения ресурса

Рис. 3. База данных результатов диагностирования

Результаты обработки текущих значений диагностических параметров выводятся на печать в виде «протокола осмотра» транспортного средства. Этот документ является сводным и включает в себя следующую информацию: данные об автомобиле, значения диагностических параметров с учетом их изменения по наработке (базу данных технического состояния), перечень рекомендуемых ремонтных воздействий (табл. 1).

Таблица 1. Форма протокола осмотра автомобиля с результатами диагностирования

Протокол осмотра автомобиля – 11.05.2012 г.						
Данные по диагностируемому автомобилю:						
Модель: ГАЗ-33022			Государственный номер: Т-683-ЕМ (33)			
Пробег с начала эксплуатации: 182 тыс. км						
Результаты диагностирования за период наблюдения:						
Дата проверки	Пробег, тыс. км	Давление в конце такта сжатия, кг/см ²	Утечка воздуха, кг/см ²	Расход картерных газов, л/мин	Давление масла при 2500 мин ⁻¹ , кг/см ²	Зазор в головке шатуна, мм
11.03.2012	150	11	0,9	30	4,5	0,02
11.04.2012	166	10,8	0,85	35	4,2	0,025
11.05.2012	182	10,5	0,82	38	4,0	0,03
Результаты текущего диагностирования:						
– давление в конце такта сжатия					10,5 кг/см²	
– значение относительных утечек воздуха при положении поршня в ВМТ Х ₄₋₃ в течении не менее 5 сек, снижение с 1,5 до					0,82 кг/см²	
– расход картерных газов при 4000 мин ⁻¹					38 л/мин	
– давления в главной масляной магистрали при 2500 мин ⁻¹					4 кг/см²	
– суммарный зазор в верхней и нижней головках шатуна					0,03 мм	
Рекомендации по техническим воздействиям:						
– параметры не выходят за допустимые пределы, технические воздействия не проводятся.						

Программа управления техническим состоянием предусматривает выполнение необходимых технических воздействий при выходе диагностических параметров за

допустимые значения. В этом случае на экране монитора выводится рекомендуемый комплекс ремонтных операций.

Выбор необходимых технических воздействий осуществляется согласно принципу, по которому должно быть обеспечено восстановление всех деталей и сопряжений, которые привели к тому, что параметры диагностирования превысили предельные значения. В табл. 2 приведен такой перечень для двигателя ЗМЗ-4063.10 по параметру относительной утечки воздуха при положении поршня в ВМТ.

Таблица 2. Перечень технических воздействий при выходе за предельное значение параметра «относительная утечка воздуха»

№ п/п	Наименование ремонта	Трудоемкость, чел-ч.	Стоимость заменяемых деталей, руб.
1	Замена поршневых колец	4,5	573,39
2	Замена поршневой группы с поршневыми кольцами	6,23	3734,41
3	Замена клапана	5,93	865,24
4	Замена клапана с направляющей втулкой	6,5	1203,94
5	Замена гидротолкателей	2,3	2386,71
6	Замена распределительного вала	2,0	2374,35
7	Ремонт головки блока цилиндров	7,0	6691,24
8	Замена головки блока цилиндров	5,0	11884,32
9	Капитальный ремонт двигателя (снятие и установка)	27,14 (13,5)	16522,66
10	Замена направляющих втулок	5,93	726,24

Аналогичным образом составлен перечень ремонтных воздействий и для других диагностических параметров при превышении ими предельных нормативных значений. В случае одновременного превышения нормативных значений нескольких диагностических параметров программа дает рекомендации по выполнению наиболее рациональных технических воздействий для восстановления утраченной работоспособности изделия.

Для восстановления ресурса двигателя, например, при выходе за допустимые пределы давления в конце такта сжатия, относительных утечек воздуха при положении поршня в ВМТ и расхода картерных газов при 4000 мин⁻¹ наиболее целесообразно использование ремонта с заменой поршневой группы и поршневых колец.

При превышении предельных значений таких диагностических параметров, как давление в главной масляной магистрали и суммарный зазор в верхней и нижней головках шатуна, может быть рекомендована замена (ремонт) коленчатого вала с вкладышами.

Внедрение разработанной системы управления техническим состоянием автомобилей в производственный процесс автотранспортного предприятия позволяет снизить трудоемкость и затраты на ремонт, минимизировать время простоев, уменьшить число полных разборок сложных агрегатов и полнее использовать их ресурс. Кроме того, на предприятии имеется четко отлаженная система получения достоверной информации о техническом состоянии каждого агрегата и закономерности их изменения по наработке.

Список литературы

1. Баженов Ю.В. Основы теории надежности машин: учеб. пособие для вузов / Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – С.75-154.
2. Баженов Ю.В. Оценка надежности автомобилей по результатам эксплуатационных испытаний // Актуальные проблемы эксплуатации автомобильного транспорта: материалы 15-й международной научно-практической конференции (Владимир, 20–22 ноября 2013 г.). – Владимир, 2013. – С.23-26.
3. Денисов И.В., Баженов Ю.В. Вероятностная модель предотказного состояния автомобиля // Бюллетень транспортной информации. – 2010. – № 9. – С.35-38.
4. Смирнов К.А. Разработка комплексов технических воздействий при ремонте двигателей по состоянию: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Владимир. 2005. – 20 с.
5. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей // За рулем. – 1999. – 440 с.

Рецензенты:

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры «Тепловые двигатели и энергетические установки» Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир.

Кульчицкий А.Р., д.т.н., профессор, главный специалист ООО «Завод инновационных продуктов» КТЗ, г. Владимир.