

**Результаты исследования технического состояния деталей коробки
передач автомобилей ГАЗ-3909**

¹Сумец А.М., канд. техн. наук, доцент, профессор

²Сыромятников П.С., доцент

¹(Академия внутренних войск МВД Украины)

²(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенка)

В статье представлены результаты исследования эксплуатационной надежности деталей коробок передач автомобилей семейства ГАЗ. Проведена сравнительная оценка технического состояния деталей коробок передач автомобилей ГАЗ-53 и ГАЗ-3909.

Формулирование проблемы. На протяжении многих десятилетий одной из главных задач в организации эффективной работы автотранспортных средств является обеспечение их запасными частями. Несмотря на то, что заводы-изготовители постоянно совершенствуют и модернизируют узлы и агрегаты автомобилей, проблема запасных частей к ним как существовала, так и существует на сегодняшний день в неизменном ее состоянии. Поэтому задача исследования эксплуатационной надежности узлов и агрегатов автомобильной техники остается актуальной и сегодня.

Анализ последних исследований и публикаций. В монографии [5] опубликованы результаты исследования характера отказов деталей наиболее ответственных групп, применяемых в агрегатах трансмиссии автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КраЗ и частично КамАЗ. В публикации отмечено, что для узлов и деталей агрегатов трансмиссии основным видом отказов является износ: 65,% отказов коробок передач, 83 % отказов сцеплений, 97,6% отказов

карданной передачи и 72,9% отказов заднего моста [5, с. 51–52].

В работе [8] отмечается, что долговечность трансмиссии, особенно грузовых автомобилей, не отвечает современным требованиям. Это объясняется, в первую очередь, неравнопрочностью деталей коробок передач, карданных передач и задних мостов. Отмеченное еще раз подтверждает необходимость продолжения исследований в области эксплуатационной надежности агрегатов трансмиссии автомобильной техники, особенно модернизированных образцов отечественного и российского производства, а также известных европейских и американских автопроизводителей, автомобили которых эксплуатируются в Украине. Интерес вызывает вопрос уровня эксплуатационной надежности новых образцов автомобильной техники российского производства, которая еще эксплуатируется довольно широко в сельском хозяйстве – это автомобили марок ГАЗ, ЗиЛ и КамАЗ.

В рамках данной статьи не представляется возможным изложить все результаты исследований эксплуатационной надежности указанных марок автомобилей. Поэтому ограничимся лишь представлением результатов сравнения технического состояния деталей коробок передач автомобилей семейства ГАЗ-53 и ГАЗ-3309.

Формулирование целей статьи. Сравнительная оценка технического состояния деталей коробок передач автомобилей марок ГАЗ-53 и ГАЗ-3309.

Изложение основного материала. Мониторинг за техническим состоянием коробок передач автомобилей семейства ГАЗ за период 1987–2010 гг. позволяет констатировать, что данный агрегат был и остается одним из наименее долговечных. Кроме этого, как показали исследования В.А. Трикозюка, по трудоемкости и стоимости устранения последствий отказов коробка передач занимает второе место после двигателя [7].

Результаты экспериментальных исследований по оценке технического состояния деталей коробок передач, полученные для автомобилей ГАЗ-53 за период 1987 по 1989 гг. и для автомобилей ГАЗ-3309 за период 2007–2010 гг. представлены в табл. 1.

С целью обеспечения чистоты эксперимента были выполнены следующие условия:

– выборка наблюдаемых автомобилей ГАЗ-3909 составила 19 единиц, тогда как для ГАЗ-53 она равнялась 21 ед. [5, с. 57];

– условия эксплуатации автомобилей ГАЗ-3909 были практически одинаковы с условиями работы автомобилей ГАЗ-53 (и те и другие эксплуатировались в городских условиях);

– замер величины среднего износа рабочих поверхностей деталей и радиального зазора подшипниковых узлов производилась теми же измерительными инструментами и приспособлениями;

– температура окружающей среды во время проведения замеров составляла 22–25⁰С;

– измерения производил один и тот же исследователь.

С целью проведения сравнительной оценки технического состояния деталей коробок передач базовой модели автомобиля ГАЗ-53 и ее усовершенствованной модели – ГАЗ-3909 была составлена табл. 1. В таблицу были включены следующие показатели: средняя величина износа рабочей поверхности, процентное соотношение годных для повторного использования и подлежащих восстановлению или выбраковке деталей, а также вид дефекта и вероятность появления дефекта.

Анализ данных, приведенных в табл. 1, позволил выявить дефекты деталей, определяющие их долговечность. Такими являются:

– для первичного вала – износ отверстия под роликовый подшипник, конусный износ зубьев постоянного зацепления;

– для вторичного вала – износ шейки под передний подшипник;

– для блока шестерен промежуточного вала – конусный износ зубьев шестерни постоянного зацепления, первой, второй и третьей передач;

– для картера – перекося осей посадочных отверстий под подшипники первичного, вторичного и промежуточного валов и износ;

– для зубчатых колес и шестерен – в большей степени износ зубьев по толщине;

– для подшипников – износ элементов подшипника, выражающийся через радиальный зазор.

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований технического состояния коробок передач автомобилей ГАЗ

Группа деталей в соответствии с классификацией [6]	Наименование детали	Наименование дефекта	Годные детали без потребности в ремонте, %	Среднее значение износа, мм	Вероятность появления дефекта
1	2	3	4	5	6
Валы ступенчатые с наличием шлицев, зубчатых венцов (715400)	Вал ведущий	Износ зубьев шестерни постоянного зацепления по толщине	63* / 59**	0,127* / 0,124**	0,67* / 0,63**
		Конусный износ зубьев шестерни постоянного зацепления	13 / 11	0,07 / 0,06	0,50 / 0,49
		Износ отверстия под роликовый подшипник	29 / 27	0,085 / 0,094	0,76 / 0,78
		Износ шлицев по толщине	18 / 21	0,131 / 0,125	0,61 / 0,58
		Износ шейки под подшипник	41 / 40	0,03 / 0,031	0,72 / 0,70
		Повреждения резьбы	51 / 48	–	0,09 / 0,08
	Вал ведомый	Конусный износ шлицев под шестерню первой передачи	95 / 97	0,066 / 0,062	0,43 / 0,39
		Износ шейки под передний подшипник	30 / 26	0,049 / 0,050	0,58 / 0,60
		Износ шейки под задний подшипник	81 / 76	0,020 / 0,024	0,53 / 0,56
		Износ шейки под втулку шестерни третьей передачи	83 / 85	0,021 / 0,019	0,37 / 0,35
		Износ шейки под втулку шестерни второй передачи	63 / 66	0,036 / 0,032	0,44 / 0,38
	Блок шестерен промежуточного вала	Износ зубьев шестерни первой передачи по толщине	43 / 45	0,186 / 0,185	0,80 / 0,76
		Износ зубьев шестерни постоянного зацепления по толщине	37 / 39	0,126 / 0,122	0,82 / 0,80

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
		Износ шейки под передний подшипник	85 / 82	0,021 / 0,023	0,73 / 0,74
		Износ шейки под задний подшипник	78 / 73	0,021 / 0,024	0,68 / 0,71
		Износ резьбы	81 / 74	–	0,10 / 0,12
Колеса зубчатые цилиндрические, конические (72130, 721400)	Блок шестерен заднего хода	Износ малой шестерни:	39 / 43	0,130/0,128 0,126/0,122	0,57 / 0,54 0,57 / 0,54
		- по толщине - по торцам			
		Износ зубьев большой шестерни:	41 / 50	0,128 / 0,120 0,122 / 0,118	0,68 / 0,62 0,63 / 0,60
		- по толщине - по торцам			
		Износ отверстия под ось	33 / 42	0,054 / 0,048	0,48 / 0,34
	Износ паза под вилку переключения передач	69 / 76	0,600 / 0,574	0,27 / 0,21	
	Шестерня первой передачи и заднего хода	Износ зубьев по толщине	10 / 12	0,365 / 0,360	0,77 / 0,75
		Конусный износ зубьев	18 / 18	0,096 / 0,092	0,34 / 0,33
		Износ зубьев по длине	68 / 80	0,019 / 0,013	0,38 / 0,22
		Износ паза под вилку переключения передач	78 / 84	0,400 / 0,388	0,47 / 0,44
	Шестерня второй передачи	Износ зубьев по толщине	58 / 55	0,217 / 0,226	0,81 / 0,85
		Конусный износ зубьев	18 / 19	0,036 / 0,040	0,40 / 0,50
		Износ отверстия во втулке	55 / 57	0,05 / 0,05	0,32 / 0,316
	Шестерня третьей передачи	Износ зубьев по толщине	79 / 73	0,12 / 0,132	0,70 / 0,72
		Конусный износ зубьев	19 / 19	0,052 / 0,050	0,25 / 0,24
		Износ зубьев муфты по длине	33 / 32	0,68 / 0,65	0,49 / 0,46
		Износ отверстия во втулке	51 / 53	0,05 / 0,054	0,44 / 0,47
	Кольцо блокирующее синхронизатора	Износ конусной поверхности	17 / 19	0,600 / 0,590	0,51 / 0,53
		Износ зубьев по торцу	30 / 36	0,500 / 0,492	0,58 / 0,56

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Подшипники качения (726400)	Подшипник блока шестерен промежуточного вала: - передний - задний	Радиальный зазор	10 / 11	0,16/ 0,162	0,84 /0,85
		Радиальный зазор	50 /47	0,099 / 0,100	0,88 /0,886
	Подшипник вторичного вала задний	Радиальный зазор	27 / 24	0,10 / 0,122	0,91 / 0,92
	Подшипник вторичного вала задний	Радиальный зазор	50 / 49	0,097 / 0,098	0,79 / 0,78
Корпусные с поверхностями разъема (732000)	Картер коробки передач	Износ отверстий под подшипник: - первичного вала - вторичного вала	63 / 51 57 / 54	0,049 / 0,056 0,053 /0,055	0,85 / 0,87 0,86 / 0,87
		Износ отверстия под передний подшипник блока шестерен	73 / 78	0,033 / 0,031	0,80 / 0,76
		Износ отверстия под задний подшипник блока шестерен	57 / 57	0,056 / 0,054	0,84 / 0,836
		Непараллельность осей отверстий	21 / 34	0,128 / 0,118	0,63 / 0,54
		Перекос осей отверстий	17 / 20	0,25 / 0,254	0,51 / 0,50
		Трещины, пробоины, обломы	93 / 95	-	0,11 / 0,098
		Износ, срыв, смятие резьб	64 / 70	-	0,12 / 0,11
		Крышки корпусных деталей (753300)	Крышка верхняя	Трещины, обломы	94 / 95
Износ отверстий под ползуны переключения передач	63 / 64			0,200 / 0,198	0,50 / 0,46
Износ, срыв резьбы	81 / 88			-	0,17 /0,15
Вилки ... (751700)	Вилка переключения первой и пятой передач	Обломы, трещины	79 / 82	-	0,05 / 0,05
		Износ концов вилки по толщине	47 / 48	0,500 / 0,500	0,21 / 0,16
		Износ отверстия под ползун переключения передач	85 / 84	0,100 / 0,100	0,48 / 0,44

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
	Вилка переключения заднего хода	Обломы, трещины	89 / 100	-	0,10 / 0,06
		Погнутость	73 / 80	-	0,33 / 0,30
		Износ отверстия под ползун переключения передач	41 / 56	0,10 / 0,08	0,59 / 0,44
		Износ паза под ползун переключения передач	55 / 63	0,20 / 0,184	0,64 / 0,52
Рычаги (743100) ...	Рычаг переключения передач	Обломы, трещины	96 / 95	-	0,08 / 0,07
		Погнутость	58 / 64	-	0,27 / 0,20
		Износ канавок шаровой опоры под штифты	33 / 27	0,40 / 0,44 0,42	0,51 / 0,64
		Износ рабочей поверхности шаровой опоры	28 / 30	0,40 / - 0,388	0,63 / 0,60
		Износ рабочей поверхности шарового конца	23 / 24	0,45 / 0,455	0,60 / 0,63
Цилиндрические стержни, оси (753200)	Ось блока шестерен заднего хода	Износ шейки под блок шестерен заднего хода	21 / 26	0,06 / 0,056	0,81 / 0,80
		Износ заднего конца оси	39 / 44	0,015 / 0,013	0,72 / 0,65
	Ползуны переключения передач	Погнутость	87 / 86	-	0,13 / 0,12
		Износ по диаметру	26 / 30	0,07 / 0,064	0,61 / 0,60

Примечание: *) значения для коробки передач автомобиля ГАЗ-53, **) значения для коробки передач автомобиля ГАЗ-3909.

Полученные результаты исследований позволяют также сделать выводы касательно надежности деталей коробок передач новых усовершенствованных образцов автомобилей ГАЗ-3909.

В основном долговечность деталей, которые были подвергнуты исследованию, осталась практически на одном уровне. Однако следует указать на тот факт, что среднее значение износа и вероятность появления дефекта отдельных рабочих поверхностей некоторых деталей увеличилась (табл. 2).

Анализ данных, представленных в табл. 2, позволяет проследить явную тенденцию в снижении уровня эксплуатационной надежности таких деталей коробки передач автомобиля ГАЗ-3909 как:

Таблица 2. Результаты сравнения эксплуатационной надежности деталей
коробок передач автомобилей ГАЗ-53 и ГАЗ-3909

Наименование деталей	Наименование дефектов	Среднее значение износа, мм	Увеличение, мм / %	Вероятность появления дефекта	Увеличение, %
1	2	3	4	5	6
Вал ведущий	Износ отверстий под роликовый подшипник	0,085*/ 0,094**	0,009*/ 10,60**	0,76*/ 0,78**	2,63
Вал ведомый	Износ шейки под передний подшипник	0,049/ 0,050	0,001/ 2,05	0,58/ 0,60	3,45
	Износ шейки под задний подшипник	0,020/ 0,024	0,04/ 20,00	0,53/ 0,56	5,66
Блок шестерен промежуточного вала	Износ шейки под передний подшипник	0,021/ 0,023	0,02/ 9,53	0,73/ 0,74	1,37
	Износ шейки под задний подшипник	0,021/ 0,024	0,003/ 14,30	0,68/ 0,71	4,41
Шестерня второй передачи	Износ зубьев по толщине	0,217/ 0,226	0,009/ 4,15	0,81/ 0,85	4,94
Шестерня третьей передачи	Износ зубьев по толщине	0,12/ 0,132	0,012/ 10,00	0,70/ 0,72	2,86
Подшипник вторичного вала задний	Радиальный зазор	0,10/0,122	0,022/22,00	0,91/0,92	1,10
Картер коробки передач	Износ отверстий под подшипник: – первичного вала	0,049/0,056	0,007 / 14,29	0,85 / 0,87	2,40
	– под подшипник вторичного вала	0,053/0,055	0,002 / 3,77	0,86 / 0,87	2,40
Рычаг переключения передач	Износ канавок шаровой опоры под штифты	0,40 / 0,44	0,04 / 10,00	0,51 / 0,64	25,50

Примечание: *) значения для коробки передач автомобиля ГАЗ-53, **) значения для коробки передач автомобиля ГАЗ-3909.

- вал ведущий на 10,6% по причине повышенного износа отверстия под роликовый подшипник;
- вал ведомый на 20,0% по причине износа шейки под задний подшипник;
- блок шестерен промежуточного вала на 14,3% по причине повышенного износа шейки под задний подшипник;
- шестерня второй передачи на 4,15% по причине повышенного износа зубьев по толщине;
- шестерня третьей передачи на 10,1% по причине износа зубьев по толщине;
- подшипник вторичного вала задний на 22,0% по причине повышенного радиального зазора;
- картер коробки передач на 14,3% по причине износа отверстия под подшипник первичного вала;
- рычаг переключения передач на 10,0% по причине повышенного износа канавок шаровой опоры под штифты.

Повышенное значение износа рабочих поверхностей указанных деталей коробки передач послужило и увеличению вероятности появления дефектов, которая находится в пределах от 1,10% до 5,66%. Исключение составляет лишь рычаг переключения передач, для которого увеличение вероятности появления дефектов составило 25,50%.

По другим деталям, представленным в табл. 1, заметна тенденция к увеличению, хотя и не значительному, уровня эксплуатационной надежности, которая характеризуется снижением значения среднего износа рабочих поверхностей и вероятности появления дефектов.

Выводы. Выполнены сравнительные исследования эксплуатационной надежности деталей коробок передач автомобилей ГАЗ-53 и ГАЗ-3909, эксплуатация которых происходила в одинаковых городских условиях. В ходе исследования выявлены детали коробок передач ГАЗ-3909, а точнее их рабочие поверхности, которые по сравнению с коробками передач ГАЗ-53 имеют более низкую эксплуатационную надежность ввиду повышенного износа. Полученные результаты могут быть использованы как эксплуатационниками,

так и заводом-изготовителем. Для эксплуатационников необходимо обратить внимание на режим эксплуатации автомобилей ГАЗ-3909 на 2-й и 3-й передачах, а также частоту включения передач. Завод-изготовитель должен усилить контроль за:

- качеством материала, который используется для изготовления зубчатых колес и валов коробок передач;
- качеством устанавливаемых в коробку передач подшипниковых узлов;
- четким соблюдением технических условий на сборку агрегата.

Список литературы:

1. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя : монография / А.В. Бажинов. –Х. : Изд-во ХГАДТУ, 2001. – 96 с.
2. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. – М. : Машиностроение, 1984. – 312 с.
3. Лукинский В.С. Прогнозирование надежности автомобилей / В.С. Лукинский, Е.И. Зайцев. – Л. : Политехника, 1991. – 224 с.
4. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники / В.М. Михлин. – М. : Колос, 1984. – 335 с.
5. Сумец А.М. Прогнозирование потребности в запасных частях : монография / А.М. Сумец. –Х.: ОКО, 1997. –182 с.
6. Сумець О.М. Класифікація деталей вузлів і агрегатів автотранспортних засобів / О.М. Сумець, П.С. Сиром'ятніков // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Випуск 110 «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». – Х. : ХНТУСГ, 2011. –С. 181–186.
7. Трикозюк В.А. Повышение надежности автомобиля / В.А. Трикозюк. – М. : Транспорт, 1980. – 86 с.
8. Черняйкин В.А. Методика и некоторые результаты ресурсных испытаний автомобилей в эксплуатации // Сборник трудов ВЗПИ. –Вып. 92. –М. : Изд-во ВЗПИ, 1974. – С. 62–65.

Аннотація

Результати дослідження технічного стану деталей коробки передач автомобілів ГАЗ-3909

Сумець О.М., канд. техн. наук, доцент, Сиром'ятніков П.С., доцент

У статті наведені результати дослідження експлуатаційної надійності деталей коробки передач автомобілів сімейства ГАЗ. Виконана порівняльна оцінка технічного стану деталей коробок передач автомобілів ГАЗ-53 і ГАЗ-3909.

Abstract

Results of the technical details of gas transmission CAR-3909

Sumets A., associate professor, Siromjatnikov P., associate professor

The paper presents the results of a study of operational reliability parts gearboxes family car GAZ. A comparative evaluation of technical condition of parts transmissions car GAZ-53 and GAZ-3909.