

УДК 656.13.002.3

**М.И. Наглюк, В.П. Волков, И.С. Наглюк, В.В. Ляшок***Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет***УТОЧНЕНИЕ СРОКОВ СМЕНЫ АНТИФРИЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОБУСОВ**

*Приведены результаты изменения основных показателей качества антифриза от наработки при эксплуатации автобусов. Представлена математическая модель прогнозирования остаточного ресурса антифриза. С помощью технического эндоскопа получены фотографии поверхности деталей системы охлаждения двигателя после работы двигателя с антифризом.*

*Ключевые слова:* автобус, антифриз, эксплуатация, математическая модель, наработка.

**М.І. Наглюк, В.П. Волков, І.С. Наглюк, В.В. Ляшок****УТОЧНЕННЯ СТРОКІВ ЗМІНИ АНТИФРИЗІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ**

*Приведені результати зміни основних показників якості антифризу від наробітку при експлуатації автобусів. Наведена математична модель прогнозування залишкового ресурсу антифризу. За допомогою технічного ендоскопу отримані фотографії поверхонь деталей системи охолодження двигуна після роботи двигуна з антифризом.*

*Ключові слова:* автобус, антифриз, експлуатація, математична модель, наробіток.

**M. Nahliuk, V. Volkov, I. Nahliuk, V. Lyashok****CLARIFICATION OF TERMS OF ANTIFREEZE CHANGE UNDER OPERATION CONDITIONS**

*The results of changes of the main indicators of antifreeze quality depending on the operating time as a result of exploitation of buses. The article presents a mathematical model of forecasting the residual life of antifreeze. With the help of a technical endoscope obtained photographs of the surface parts of the engine cooling system after the motor operation with antifreeze.*

*Key words:* bus, antifreeze, exploitation, mathematical model, operating time.

**Постановка проблеми.** В условиях непрерывно меняющихся цен на нефтепродукты, специальные жидкости и антифризы, особенно актуальными становятся вопросы, о рациональном использовании этих продуктов. Малые сроки эксплуатации антифриза приводят к его необоснованному перерасходу, большие – к снижению эксплуатационной надежности и долговечности деталей системы охлаждения двигателя. Оптимальным решением в данной ситуации является проведение периодического контроля, который позволит прогнозировать сроки эксплуатации антифриза, в двигателе ссылаясь на его фактическое состояние.

**Анализ публикаций.** При эксплуатации автобусов периодический контроль работающих антифризов в большинстве случаев не проводят, упуская из виду то, что антифриз контактирует одновременно со многими поверхностями деталей двигателя изготовленных из разных материалов и сплавов.

При появлении в двигателе неисправностей антифриз может потерять работоспособность в течение очень короткого промежутка времени и стать одной из причин наступления отказа в работе системы охлаждения и двигателя, повышенного износа деталей и преждевременного уменьшения ресурса [1, 2].

В процессе эксплуатации автобусов и автомобилей, при работе двигателя антифриз, выполняя функции по отводу тепла, также накапливает продукты коррозионного изнашивания и загрязнений, а это приводит к изменению основных показателей качества антифриза. К основным видам загрязнений охлаждающих жидкостей в процессе их эксплуатации в двигателе можно отнести продукты химической и кавитационной коррозии, масляные и жировые отложения, частицы песка, накипи, грязи, силиконовых герметиков, продукты разложения антифризов (гели) и отработанные присадки [1].

Использование не качественного антифриза приводит к преждевременным отказам в работе системы охлаждения двигателя: выходу из строя радиатора, вследствие его коррозионного изнашивания или закупорки трубок; набухание и потеря эластичности резиновых шлангов приводит к утечкам; сильное вспенивание ухудшает охлаждение и приводит к перегреву теплонапряженных деталей двигателя.

Одним из показателей качества охлаждающей жидкости является электропроводность антифриза. Вопросы, связанные с электропроводностью жидкостей рассматриваются научной

общественностью достаточно давно. Результаты измерений электропроводности стандартных растворов, при различных температурах, приведенные в литературе [3]. В работе [4, 5, 6] описаны исследования и приведены результаты изменения электропроводности различных углеводородных жидкостей, чистых и отработанных образцов различных масел.

Для определения фактического состояния охлаждающей жидкости и ее замены, необходимо производить периодический контроль. Как правило, периодом является величина, которая измеряется в километрах пробега или времени (месяц, год). Однако в таком случае не учитывается то, что при простое автомобиля с работающим двигателем (прогрев, движение на подъём, простой на светофоре и т.д.) охлаждающая жидкость продолжает работать и вырабатывать свой ресурс. В работах [7, 8, 9] рассматривается влияние охлаждающей жидкости на изменение расхода топлива.

Ресурс двигателей в первую очередь определяется изнашиванием деталей и узлов систем двигателя. Для снижения отказов деталей, узлов и систем двигателя, во время эксплуатации, необходимо своевременное обнаружение изменения основных показателей качества антифризов.

В связи с этим **целью работы** является исследование изменения основных показателей качества антифриза и оценка технического состояния поверхности деталей системы охлаждения двигателя на момент замены при эксплуатации автобусов.

**Результаты исследований.** Производители автомобилей и автобусов обязательно указывают в карте сервисного обслуживания периодичность технического обслуживания и замену антифриза, моторных и трансмиссионных масел в силовых агрегатах на период гарантийного обслуживания.

Картой сервисного обслуживания автомобилей Hyundai предусмотрена замена антифриза через 45 тыс. км, ВАЗ, ПАЗ и Богдан через 60 тыс. км или 24 месяца эксплуатации.

Диагностируя антифриз, можно получить объективную информацию о процессе изменения основных показателей качества антифриза, электропроводности и скорости поступления продуктов коррозионного изнашивания сопряжений и деталей системы охлаждения двигателя при эксплуатации [10].

При выполнении технического обслуживания по замене антифриза А-40 на автомобиле ВАЗ-2115 с помощью технического эндоскопа производилась оценка состояния поверхности деталей системы охлаждения (рис. 1).

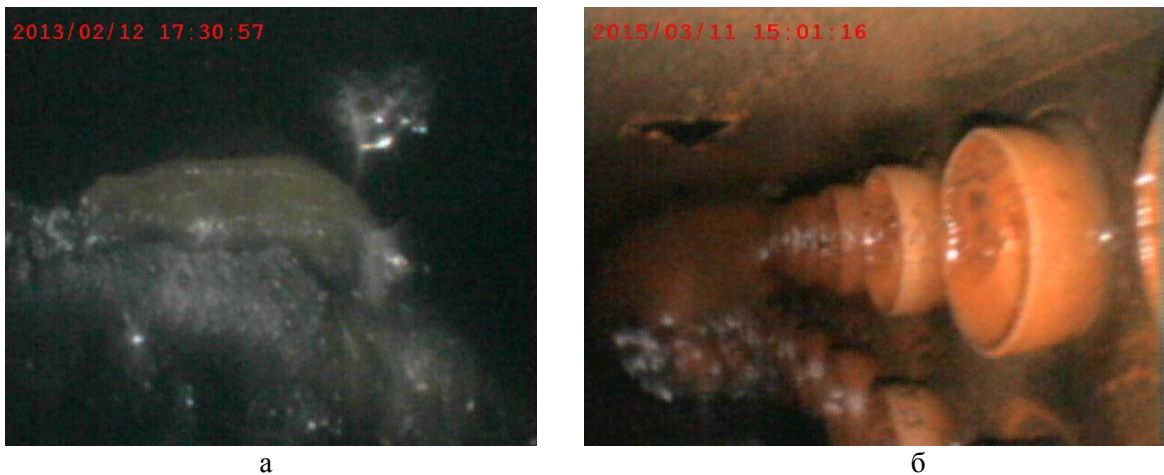


Рис. 1. – Мазеобразные отложения в нижнем резиновом патрубке радиатора (а) и коррозия в трубках радиатора (б)

Зная предельное значение концентрации продуктов коррозионного изнашивания и измеренное значение можно уточнить остаточный ресурс антифриза по формуле

$$L_{ж}^{ост} = (F_{д.к} - F_{изм}) \cdot V_0 \cdot \rho_{ж} \cdot V_a / 60И, \quad (1)$$

где  $F_{д.к}$  – допустимая концентрация продуктов коррозионного изнашивания в антифризе, г/т;

$F_{изм}$  – измеренная концентрация продуктов коррозионного изнашивания в антифризе, г/т;

$V_0$  – объём системы охлаждения, м<sup>3</sup>;

$\rho_{ж}$  – плотность антифриза, т/м<sup>3</sup>;

$V_a$  – скорость движения автомобиля, км/ч;

$I$  – скорость поступления продуктов коррозионного изнашивания в антифриз, г/мин.

Изменение основных показателей от пробега характеризующих качество антифриза применяемого в автобусах (пробег автобусов с начала эксплуатации более 500 тыс. км) представлены в табл. 1.

Анализируя изменение показателей качества антифриза представленных в табл. 1 нужно отметить, что при пробеге 120 тыс. км замене подлежит антифриз в автобусе VANHOLL из-за повышенной коррозии стальных деталей.

Таблица 1

**Результаты анализа охлаждающей жидкости ХТ Antifreeze**

Наименование показателя	ХТ Antifreeze (0 км)	Срок службы антифриза в двигателе автобуса		
		Неоплан 121 тыс. км	VANHOLL 120 тыс. км	Сетра 120 тыс. км
1. Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup>	1,145	1,062	1,085	1,065
2. Температура застывания, °C	<-30	<-30	<-30	<-30
3. Водородный показатель, рН	6,5	6,61	7,08	7
4. Щелочность, см <sup>3</sup> , не менее	14,3	14	11,4	10,5
5. Электропроводность, Ом <sup>-1</sup> ·м <sup>-1</sup>	6,216·10 <sup>-5</sup>	6,573·10 <sup>-5</sup>	5,86·10 <sup>-5</sup>	6,216·10 <sup>-5</sup>
6. Вязкость кинематическая, мм <sup>2</sup> /с, при 80°C	1,28	0,79	1,02	0,81
7. Коррозионное воздействие на металлы, г/м <sup>2</sup> ·сут:				
– медь	0,0044	0,0075	0,0023	0,0111
– латунь	0,0028	0,0049	0,002	0,0073
– алюминий	0,0086	0,0104	0,0062	0,0086
– сталь	0,0578	0,0994	0,1308	0,0547
– чугун	0,1168	0,0628	0,1017	0,1035
8. Концентрация продуктов коррозионного изнашивания, г/т:				
Fe	-	236	338	326
Al	-	216	410	92
Cu	-	20	782	16
Sn	-	172	147	115
9. Скорость поступления алюминия в антифриз	мг/км	-	0,12	0,24
	мг/л	-	0,44	0,96
железа	мг/км	-	0,13	0,2
	мг/л	-	0,48	0,79
меди	мг/км	-	0,01	0,46
	мг/л	-	0,04	1,82

**Выводы.** Выполняя оценку основных показателей качества антифризов при проведении технического обслуживания и анализируя состояние поверхности деталей системы охлаждения с

помощью технического эндоскопа при замене охлаждающей жидкости. Можно точнее установить целесообразность эксплуатации автобуса на данном антифризе конкретного производителя и сроках его замены.

#### Источники:

1. Драгомиров С. Г. Фильтры для очистки охлаждающей жидкости в автомобильных двигателях / С. Г. Драгомиров, М. Шкапцова, А. Глинкин // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: материалы XIII междунар. науч.- практич. конф., 28–29 октября 2009 г. – Владимир: ВлГУ, 2009. – С. 307–311.
2. Безюков О. К. Формализация процессов старения охлаждающих жидкостей ДВС / О. К. Безюков, В. А. Жуков, О. В. Жукова // Двигатели внутреннего сгорания : науч.-техн. журнал. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 1989. – № 2. – С. 105–109.
3. Справочник химика / под ред. Никольского Б. П., 3 том, 2-е изд. доп. и пер. – М: Химия, 1964. – 1010 с.
4. Венцель Е. С. Улучшение качества и повышение сроков службы нефтяных масел / Е.С. Венцель, С. Г. Жалкин, Н. И. Данько. – Харьков: УкрГАЗТ, 2003. – 168 с.
5. Богородицкий Н. П. Электротехнические материалы / Н. П. Богородицкий, В. В. Пасынков, Б. М. Тареев. – Л.: «Энергия», 1977. – 352 с.
6. Белоусов А. И. Измерение удельной объемной электропроводимости углеводородных жидкостей / А. И. Белоусов, И. В. Рожков, Е. М. Бушуева // Химия и технология топлив и масел. – 1985. – № 3. – С. 35–40.
7. Астапенков В. А. Охлаждающая жидкость экономит топливо / В. А. Астапенков // Автотранспорт Украины. – 1994. – №2. – С.15–16.
8. Галкин М.Л. Инновационные энергоэффективные антифризы для автомобильного транспорта / М.Л. Галкин, А.М. Рукавишников // Автомобильный транспорт: науч.-техн. журнал. – 2013. – №12. – С.24–25.
9. Яковлев Б.П. О коррозии и накипи в системах охлаждения тракторных двигателей / Б.П. Яковлев // Тракторы и сельхозмашины. – 1973. – №2. – С.17–19.
10. Наглюк М.И. Уточнение сроков смены антифризов при эксплуатации / М.И. Наглюк, В.П. Волков, И.С.Наглюк //Наукові нотатки: міжвузівський зб. – Луцьк, 2012. – Вип. 37.– С.246–256.

#### РЕЦЕНЗЕНТ:

**ПОЛЯНСЬКИЙ О.С.**, доктор технічних наук, професор, Харківській національний автомобільно-дорожній університет, професор кафедри технології машинобудування і ремонту машин, Харків, Україна.

Стаття надійшла до редакції 16.12.2016.