

# Направления совершенствования системы охлаждения двигателей транспортных средств войск национальной гвардии Российской Федерации

## Ways of improving the engine-cooling system of vehicles of the Russian National Guard

К.Н. Чечулин<sup>1</sup> ©, С.Г. Драгомиров<sup>2</sup> ©, И.В. Кулешов<sup>3</sup> ©

K.N. Chechulin<sup>1</sup> ©, S.G. Dragomirov<sup>2</sup> ©, I.V. Kuleshov<sup>3</sup> ©

<sup>1</sup> Главный центр научных исследований Росгвардии, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2,3</sup> Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир, Российская Федерация

<sup>1</sup> E-mail: ChechulinKN@rosgvard.ru

<sup>2</sup> E-mail: dsg33@list.ru

<sup>3</sup> E-mail: i-kouleshov@ya.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен анализ выхода из строя транспортных средств, приведены цели и задачи научно-исследовательской работы по совершенствованию системы охлаждения двигателей, рассмотрены промежуточные результаты применения фильтров-сепараторов, в ходе эксперимента определены направления снижения отказов транспортных средств.

**Abstract.** The article examines the analysis of vehicle failure, presents the purpose and objectives of the research on engine-cooling system improvement, considers the intermediate results of using filter separators during the experiment, and suggests ways of how to reduce vehicle failure.

**Ключевые слова:** транспортные средства, распределение отказов, система охлаждения, работоспособность, испытания, эксперимент, опыт, модернизация

**Keywords:** vehicles, failure classification, engine-cooling system, working capacity, tests, experiment, trial, updating

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Чечулин К.Н., Драгомиров С.Г., Кулешов И.В. Направления совершенствования системы охлаждения двигателей транспортных средств войск национальной гвардии Российской Федерации // Академический вестник войск национальной гвардии Российской Федерации. – 2025. – № 1. – С. 4–7.

Одним из направлений деятельности центра научно-технических исследований Главного центра научных исследований Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации является обоснование совершенствования конструкций и технических характеристик транспортных средств на основе непрерывного сбора и анализа данных, характеризующих качественное состояние эксплуатирующихся изделий.

В рамках данной работы в течение 8 месяцев осуществлялось наблюдение за использованием в районах с умеренным и умеренно-континентальным климатами транспортных средств общего и специального назначения (производство АО «УАЗ», ООО «ОКБ» Техника», АО «Автомобильный завод «УРАЛ», ПАО «КАМАЗ», корпорация «Группа «ГАЗ» и ООО «ВПК»). В качестве критериев определения качественного состояния транспортных средств были выбраны отказы, всего рассмотрено 648 событий (рис. 1).

События, связанные с нарушением работоспособности транспортных средств, имеют «лавинообразное» количество факторов, в значительной степени воздействующих на изменения технического состояния изделий – таких как: интенсивность использования, повышенная наработка, высокая трудоемкость и недостаточное время для диагностирования и проведения своевременного технического обслуживания.

В системе автотехнического обеспечения принято воспринимать отказ как посыл к проведению мероприятий по восстановлению работоспособности того или иного узла, для выполнения которых привлекаются соответствующие специалисты и технические средства. В научной же деятельности в ходе анализа количественных и качественных данных обязанностью исследователей является определение причин их возникновения и разработка соответствующих предложений по снижению фактов воздействия.

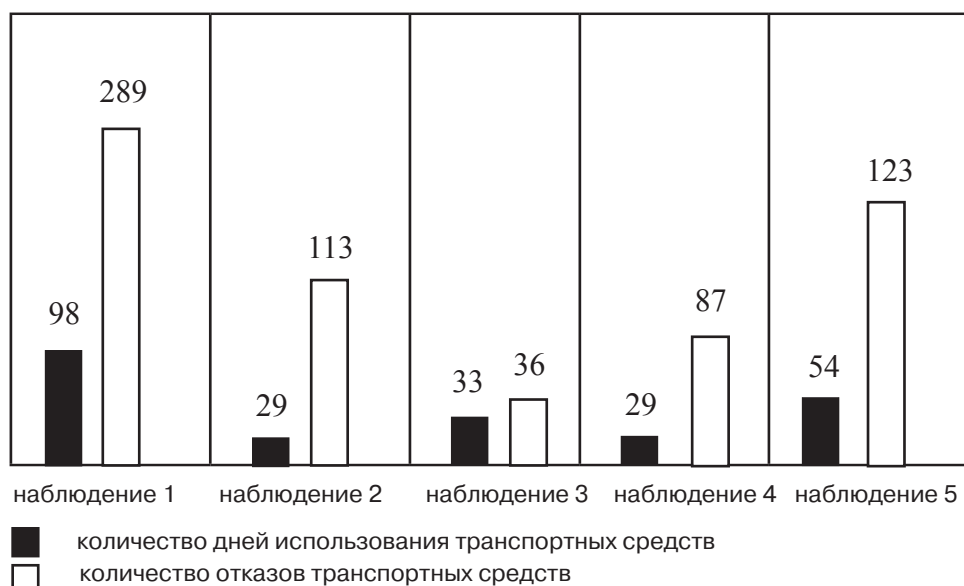


Рис. 1. Количество отказов транспортных средств

Рассматривая транспортное средство как сложную техническую систему для декомпозиции целей совершенствования систем и механизмов стоит отметить, что одна из важных подсистем двигателей внутреннего сгорания – система охлаждения – не имеет какого-либо узла очистки образующихся частиц в обороте потоков охлаждающей жидкости между частями двигателей (гильзы и головки блока цилиндров, корпус насоса охлаждения и т.д.) и радиатором охлаждения.

Анализ распределения отказов показал, что 32 события относятся к неисправностям систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания, что составляет 5 % от общего количества отказов (рис. 2).

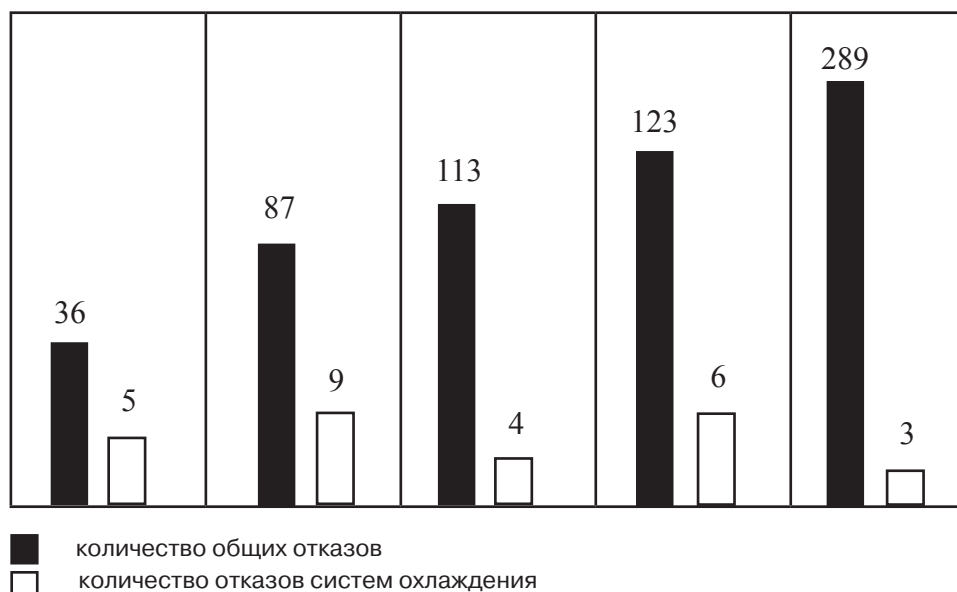


Рис. 2. Распределение общих отказов и систем охлаждения

Анализ причин отказов систем охлаждения двигателей позволил выявить, что ремонту (замене), техническому обслуживанию (очистке) подлежали следующие составные части (детали) в количестве: радиаторы – 8, термостаты – 5, насосы привода охлаждающей жидкости (гидромуфты) – 6, патрубки – 7, вентиляторы – 2, отопители – 1, другое – 2, при этом 4 радиатора относятся к транспортным средствам марки УРАЛ и Федерал-42591.

Практика исследовательской работы при осмотре рубашек охлаждения двигателей, радиаторов, термостатов и патрубков свидетельствует о наличии в полостях этих элементов различной взвеси.

Личное участие в различных выставках перспективных образцов транспортных средств и изучение их конструктивных особенностей позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время технические решения в части профилактики очистки охлаждающей жидкости в отечественной промышленности не имеют применения, то есть проблема загрязнения системы остается нерешенной.

В образцах транспортных средств зарубежного производства типа «Scania» и «MAN» применяются фильтры очистки охлаждающей жидкости, недостатком которых являются элементы, требующие периодической замены (рис. 3).

Таким образом, анализ количественных данных об отказах обуславливает необходимость поиска и исследования решений, способствующих снижению нарушений работоспособности систем охлаждения двигателей.

В результате изучения публикаций о технических решениях, размещенных на сайте «ФИПС», работы с ФГБУ «21 НИИИ ВАТ» Минобороны России и предприятиями промышленности достигнуто решение о научном сотрудничестве с ООО «Научно-технический центр «АвтоСфера» при Владимирском государственном университете имени



Рис. 3. Вид сменных элементов фильтров очистки охлаждающей жидкости

А.Г. и Н.Г. Столетовых, формой которого является научно-исследовательская работа по данному вопросу.

Достоинство фильтров-сепараторов данной конструкции заключается в применении принципа гидроциклона и отсутствии сменяемого элемента (рис. 4 а, б). Цель научно-исследовательской работы определена в соответствии с практическими выводами анализа отказов – целесообразность применения для очистки охлаждающей жидкости от образующихся частиц в процессе суммарной наработки двигателей.

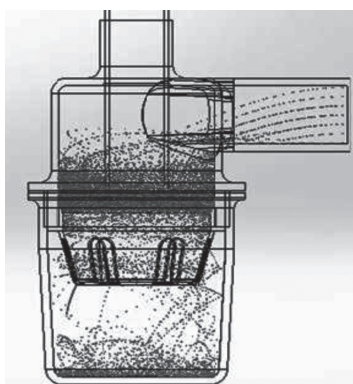


Рис. 4а. Гидроциклонный фильтр-сепаратор охлаждающей жидкости

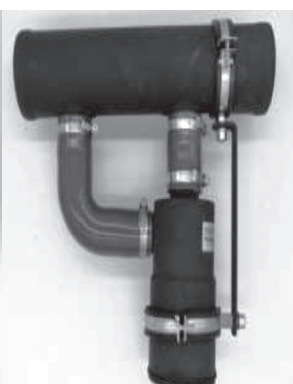


Рис. 4б. Модуль очистки охлаждающей жидкости

В качестве объектов испытания определены транспортные средства марки УРАЛ-4320 – двигатель ЯМЗ-238. Срок эксплуатации транспортных средств – послегарантийный.

Транспортные средства осуществляют наработку в районах с умеренно-континентальным климатом, температура воздуха соответствует временам года – с февраля текущего года по настоящее время.

Этапы научно-исследовательской работы:

- разработка конструкции модуля очистки под размер патрубка «термостат-радиатор» (рис. 5);
- монтаж модулей очистки на двигателе в разрыв патрубка «термостат-радиатор»;
- наработка транспортных средств (не менее 300...500 км между отбором проб);
- отбор проб из фильтров-сепараторов, визуальный анализ задержанных сепаратором частиц;

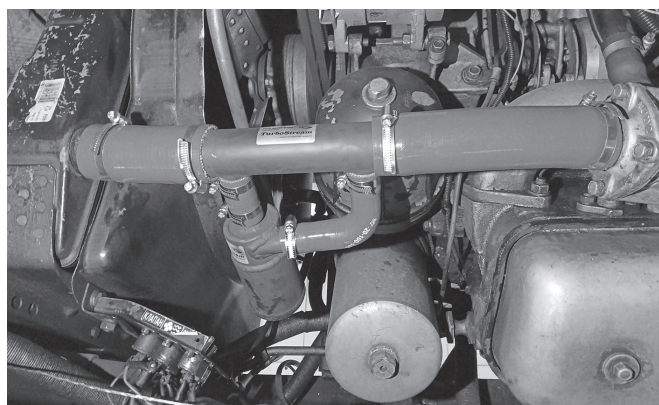


Рис. 5. Вид модуля очистки на двигателе ЯМЗ-238

– анализ проб с определением значений массовых, химических и фракционных показателей.

Разработанные модули очистки смонтированы на двигателе и крепятся хомутами.

К настоящему времени отобрано две пробы с наработкой 550 км и 790 км соответственно.

Результаты визуального анализа фильтра-сепаратора после отбора проб (рис. 6).



Рис. 6. Вид фильтра-сепаратора и частиц загрязнений

Время отбора пробы (очистки фильтра-сепаратора от загрязнений) составляет не более 15 минут.

Визуальный анализ проб свидетельствует о наличии процесса загрязнения охлаждающей жидкости. При этом антифриз характеризуется отсутствием прозрачности.

Частицы загрязнений подвергались химическому анализу с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра последовательного анализа ARL ADVANT'X (производитель Thermo Scientific (США), № 38436-08 в Государственном реестре средств измерений). Результаты первого анализа показывают, что проба взвеси из системы охлаждения содержит следующие элементы: Fe (железо) – 62,3 %, O (кислород) – 27,6 %, Pb (свинец) – 2,4 %, Si (кремний) – 1,7 %, S (сера) – 1 %, P (фосфор) – 0,2 %, Ca (кальций) – 1 %. Результаты второго анализа пока-

зывают, что проба частиц загрязнений из системы охлаждения содержит следующие элементы: Fe (железо) – 56,4 %, O (кислород) – 31,0 %, Pb (свинец) – 4,3 %, Si (кремний) – 5,2 %, S (серы) – 0,1 %, Ca (кальций) – 2,8 %.

Наибольшую долю среди частиц загрязнений охлаждающей жидкости в первой и второй пробах составляет железо (оксиды железа).

Вес задержанных частиц загрязнений (в сухом виде) составляет 0,86...100 грамм (рис. 7).

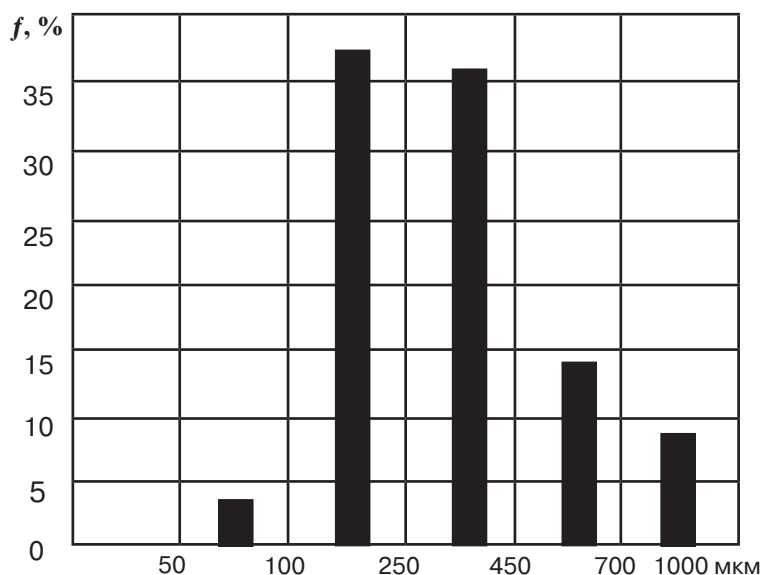


Рис. 7. Распределение размеров твердых частиц загрязнений

Фракционный состав пробы определялся комплектом калиброванных сит с размерами ячеек: 50–100–250–450–700–1000–1500 мкм (по ГОСТ 6613-86 (ТУ-14-4-167-91)).

Наибольшая доля загрязнений состоит из частиц размером от 100 до 450 мкм.

Промежуточные результаты исследования показывают, что необходимо продолжить данную работу. При этом следует отметить:

- простоту монтажа и демонтажа модулей очистки силами водителя;
  - эффективную способность фильтра-сепаратора задерживать загрязнения;
  - простоту конструкции устройства очистки, позволяющую его применять без снятия радиатора с транспортного средства;
  - доказанные факты образования и отложения загрязнений в системе охлаждения.
- С учетом изложенного, направлениями совершенствования системы охлаждения двигателей транспортных средств являются:
- продолжение данного исследования для формирования минимума статистических данных о техническом состоянии системы охлаждения двигателей послегарантийного периода эксплуатации;
  - изучение радиаторов, гильз, головок блоков цилиндров в разобранном состоянии;
  - изучение изменения состояния охлаждающей жидкости в процессе эксплуатации;
  - анализ возможности разработки компактных модулей очистки для различных транспортных средств;
  - продолжение изучения статистики отказов транспортных средств;
  - разработка рекомендаций по применению фильтров-сепараторов;
  - формирование требований к модернизации системы охлаждения двигателей;
  - разработка технических решений для модернизации технического обслуживания системы охлаждения двигателей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чечулин К.Н. Информационные материалы: Круглый стол «Перспективы развития вооружения, военной и специальной техники войск национальной гвардии Российской Федерации» // Портал Росгвардии Главная → Федеральная служба → Порталы структурных подразделений Центрального аппарата → Управление научно-исследовательской деятельности ГУОН Росгвардии → Научная, научно-техническая, редакционно-издательская деятельность → Выставка «ЭКС-

ПОТЕХНОСТРАЖ» / День передовых технологий обеспечения безопасности личности, общества и государства. – СПб.: Экспотехностраж, 2023. – С. 15–23.

2. Патент Российской Федерации на изобретение № 2625891. Гидроциклонное устройство для очистки от твердых частиц загрязнений охлаждающей жидкости поршневых двигателей / С.Г. Драгомиров, М.С. Драгомиров, П.И. Эйдель, А.Ю. Гамаюнов, Н.М. Селиванов. – 2017. – 10 с.

Статья проверена программой Антиплагиат. Оригинальность – 73 %.

Статья поступила в редакцию 30.08.2024; одобрена после рецензирования 22.01.2025; принята к публикации 20.02.2025.