



А.С. Ахметжанов<sup>1</sup>, Н.К. Жумиев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академия Национальной гвардии Республики Казахстан,  
Петропавловск, Казахстан

<sup>2</sup>Национальный университет обороны Республики Казахстан,  
Астана, Казахстан  
(E-mail: nurlanzhumiye@mail.ru)\*

## Способ контроля герметичности топливной системы питания дизельного двигателя

В данной статье рассматриваются способы и средства контроля герметичности топливной системы питания дизельного двигателя. На сегодняшний день имеются различные способы и средства проверки качества соединений элементов на герметичность, при этом данный вопрос остается актуальным во многих научных исследованиях.

В статье приведены формулы и примеры по герметичности топливной системы питания и предложены решения вопроса по определению конструктивных параметров средств технического диагностирования с позиции теории решения изобретательских задач.

*Ключевые слова:* бронетанковая техника, двигатель, система питания топливом, герметичность, диагностика, техническое состояние.

### *Введение*

Для успешного выполнения задач технического обеспечения в боевом и повседневной деятельности, в первую очередь необходимо обеспечить высокую техническую готовность за счет поддержания техники в работоспособном состоянии, где прежде всего оно достигается комплексом проводимых мероприятий, направленных на предупреждение выхода их строя узлов и агрегатов.

Для качественного выполнения этих задач к узлам и агрегатам предъявляется ряд требований по проведению качественной фильтрации топлива перед поступлением его в насосы и форсунки, а также по надежности герметичности топливоподающих магистралей. К числу наиболее вероятных неисправностей следует отнести проблемы нарушения герметичности систем питания топливом, что вызывает форсированный износ деталей двигателя, который приводит к падению его мощности, увеличению расхода топлива и масла, сокращению срока службы до очередного ремонта.

К примеру, как правило, перед пуском двигателя необходимо прокачать топливную систему, она делается для того, чтобы вытеснить из магистрали, воздух, попавший в результате разгерметизации ее конструкции.



Попадание воздуха при образовании не плотности креплений топливной магистрали является основной проблемой неисправности дизелей, а места потеков топлива могут быть участками его подсоса в процессе пуска и работы двигателя [1]. Следовательно, что разгерметизация топливной системы остается незамеченной за счет образования разрежения в магистральных, создаваемого топливном насосе низкого давления и препятствующего утечкам топлива через соединения.

Для решения вышеизложенной проблемы необходима разработка такого технического решения контроля герметичности системы питания топливом, которое характеризовалось бы своей универсальностью, минимальной трудоёмкостью, простотой применения и представляло бы собой встроенную диагностику.

*Цель исследования* – раскрыть особенности герметичности топливной системы питания дизельного двигателя.

*Задачи исследования:*

- выполнить обзор и анализ особенности герметичности топливной системы питания в различных условиях;
- выработка рекомендаций и предложений по выявлению неисправности в системе питания топливом.

### *Методика исследования*

В ходе данного исследования использовались следующие методы: аналитические, иммитационные а также методы анализ, синтез, системно-логический анализ.

### *Основная часть*

Сущность такого подхода заключается в том, что техническое решение должно позволять мгновенно сигнализировать о нарушении герметичности системы питания топливом в двигателе, причём контроль герметичности должен осуществляться уже существующими штатными приборами машин с наглядной, ярко выраженной индикацией фактов разгерметизации. Кроме того, выполнение всех функций штатных приборов должно быть сохранено в полном объёме в соответствие с требованиями инструкции по эксплуатации машин. В этой связи, значимую роль в решении данного вопроса отводится техническому диагностированию, которое способствует поддержанию технического состояния двигателя в процессе эксплуатации.

Рассмотрим решение поставленной задачи на примере контроля герметичности системы питания топливом двигателя БТР-80. В качестве рабочей гипотезы выдвинуто следующее утверждение: если воздух, поступающий в обитаемые отделения при включённой фильтровентиляционной установке бронетранспортёра, поднимает вверх стальной шарик прибора контроля избыточного давления, то возможно ли с помощью этого прибора обнаруживать и устранять поступление

подсасываемого воздуха в системы питания двигателей. Фильтр тонкой очистки топлива двигателя бронетранспортёра установлен в самой высокой точке топливной системы и предназначен для сбора и удаления в топливный бак проникшего в систему воздуха, вместе частью топлива через клапан-жиклёр фильтра, что является особенностью дизельных двигателей [2].

Таким образом, подсасываемый в топливную систему воздух всегда возвращается в рабочий топливный бак. Нами предлагается разместить внутри прозрачной трубки 3 прибора (рис.1) над стальным шариком дополнительно два чувствительных сигнальных элемента в виде лёгких шариков 4 и 9.

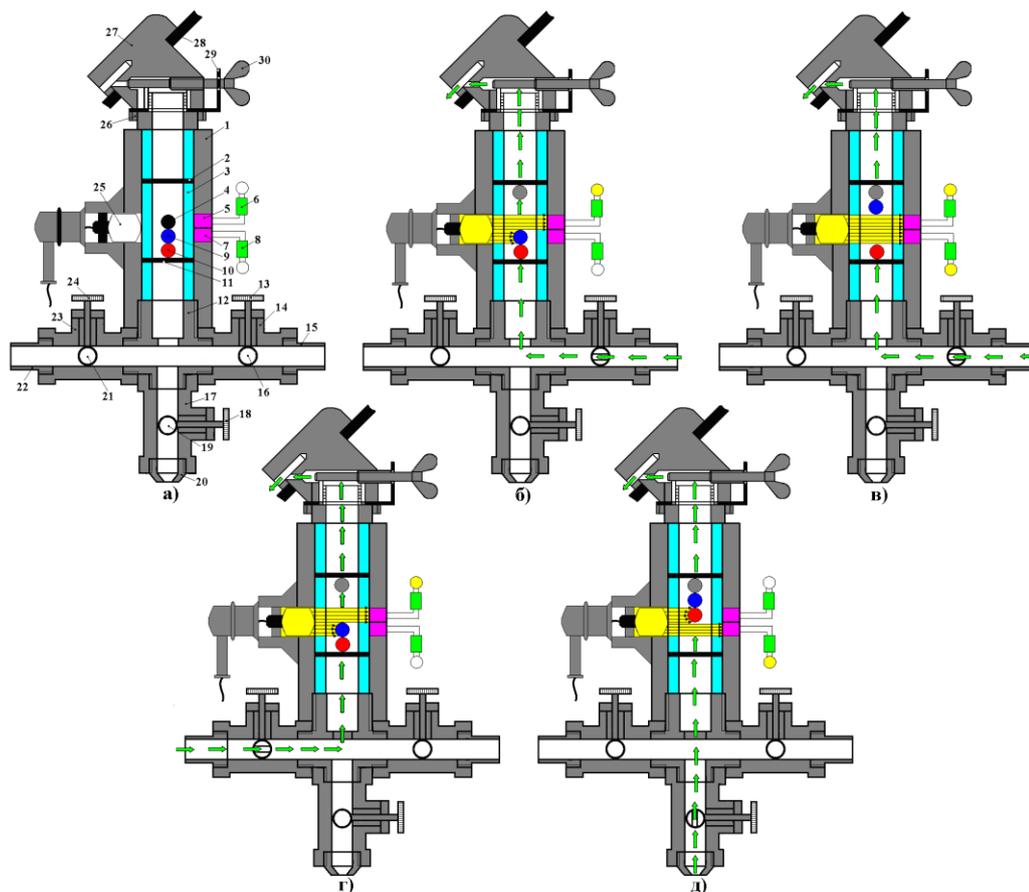


Рис. 1. Способ контроля герметичности топливной системы питания дизельного двигателя

1 – корпус прибор для контроля избыточного давления; 2 – верхний ограничитель; 3 – прозрачная трубка; 4, 9, 10 – сигнальные шарики; 5 и 7 – фотодиоды; 6 и 8 – светодиоды; 11 – нижний ограничитель; 12 – крестовик трубный; 13, 18, 24 – ручки кранов; 14, 17, 23 – краны; 15 и 22 – штуцеры; 16, 19, 21 – шары кранов; 25 – электрическая лампочка; 26 – гайка; 27 – колпак специальный; 28 – лист корпуса машины; 29 – кронштейн; 30 – винт.

Плотность  $\rho$  материалов шариков рассчитана таким образом, что их сила тяжести  $G$  всегда будет меньше силы аэродинамического сопротивления  $R$ , воздействующей на шарики при движении подсасываемого воздуха вверх [3].



Плотность материала шариков может быть определена на основе равенства  $G = R$  вышеуказанных сил. В общем виде равенство выглядит следующим образом:

$$V_{ш}\rho_{ш} g = k\rho FU^2$$

где:  $G = m_{ш} g$  – сила тяжести шарика, Н;

$m_{ш} = V_{ш}\rho_{ш}$  – масса шарика, кг;

$g$  – ускорение свободного падения, м/сек<sup>2</sup>;

$V_{ш}$  – объём шарика, м<sup>3</sup>;

$\rho_{ш}$  – плотность шарика, кг/м<sup>3</sup>;

$R = k\rho FU^2$  – сила аэродинамического сопротивления, Н;

$k$  – коэффициент аэродинамического сопротивления

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$F$  – площадь проекции шарика на плоскость перпендикулярную вектору скорости воздушного потока (Миделево сечение), м<sup>2</sup>;

$U$  – относительная скорость шарика, м/с.

Как показали теоретические и экспериментальные исследования в качестве материала шарика для контроля герметичности системы питания двигателя топливом выбран мипор (пенопласт), а для контроля герметичности впускного воздушного тракта системы питания двигателя воздухом могут быть применены шарики, изготовленные из алюминия или стекла. Положение шариков определяются следующими их аэродинамическими свойствами:

- при  $G = R$  шарик будет находиться во взвешенном состоянии;
- при  $G > R$  шарик будет в положении нижнего ограничителя;
- при  $G < R$  шарик будет стремиться к верхнему ограничителю, что определяется последним неравенством.

Для удобного и непосредственного восприятия механиком-водителем факта нарушения герметичности систем питания двигателя рекомендуется применить световую индикацию, установленную на щитке приборов бронетранспортёра с использованием фото и светодиодов, представленных на рисунке 1. Для этого в корпусе 1 прибора контроля избыточного давления внутри обитаемых отделений соосно верхнему и нижнему шарикам закрепляют два фотодиода 5 и 7 с той целью, что в случае нарушения герметичности систем питания и подъёма шариков вверх световой поток от лампочки 25 открывал бы на фотодиоды, которые вызывали бы яркое свечение светодиодов 6 и 8, сигнализирующих о возникновении нештатной ситуации. В соответствии с принятым техническим решением для обнаружения подсоса неочищенного воздуха в системы питания двигателя штуцер 15 прибора контроля избыточного давления соединён трубопроводом с объединительным патрубком впускных коллекторов, а штуцер 22 соответственно соединён с воздушным фильтром топливной системы [4].

Процесс контроля герметичности осуществляется следующим образом. В исходном положении (рис. 1а) при работающем двигателе в случае отсутствия подсосывания воздуха или при неработающем двигателе



воздействие на шарики 4 и 9 прибора контроля избыточного давления не происходит, и они находятся в положении нижнего ограничителя 11.

Для контроля герметичности впускного воздушного тракта (рис.1б,в) системы питания двигателя воздухом винтом 30 соединяют прибор с атмосферой, а кран 14 устанавливают в положение «Открыто». При герметичном впускном воздушном тракте при работе двигателя в режиме холостых оборотов, воздух из воздушного фильтра воздухоочистителя воздействует на верхний мипоровый шарик 4 и переводит его в положение верхнего ограничителя 2, а средний шарик 9, контролирующей герметичность впускного воздушного тракта системы питания двигателя воздухом, остаётся в исходном нижнем положении, указывая на отсутствие нарушения герметичности. При этом в состоянии свечения находится только верхний светодиод 6. Однако при нарушении герметичности средний шарик 9 в результате совместного воздействия воздуха, поступающего из воздушного фильтра воздухоочистителя и подсасываемого воздуха, мгновенно переместится вверх и войдёт в соприкосновение с верхним шариком 4. Факт нарушения герметичности подтверждается свечением светодиодов 6 и 8. После проверки кран 14 установить в положение «Закрыто».

Для контроля герметичности топливной системы (рис.1г) устанавливают кран 23 в положение «Открыто». После проверки кран 14 установить в положение «Закрыто». При работающем двигателе и герметичности топливной системы все шарики будут находиться в исходном нижнем положении, световой поток не воздействует на фотодиоды и свечение светодиодов отсутствует [5].

При нарушении герметичности топливной системы и возникновении подсоса воздуха верхний мипоровый шарик 4 займёт положение верхнего ограничителя 2, а воздействие светового потока на фотодиод вызовет свечение светодиода 6. После проверки кран 23 установить в положение «Закрыто». Для контроля избыточного давления внутри обитаемых отделений бронетранспортёра (рис.1д) открывают кран 17, под воздействием воздуха, поступающего их фильтровентиляционной установки все шарики перемещаются верхнее положение, причём нижний шарик 10, перекрывает воздействие светового потока на верхний фотодиод 5, что исключает свечение верхнего фотодиода 6, а нижний светодиод 8 будет находиться в состоянии свечения. В случае отсутствия необходимого избыточного давления нижний шарик 10 будет располагаться в положении нижнего ограничителя 11, а в состоянии свечения теперь будут находиться уже оба светодиода 6 и 8, предупреждая об опасности в случае применения противником оружия массового поражения. После проверки винт 30 и кран 17 установить в положение «Закрыто».



### Заклучение

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод, что предложенное техническое решение позволит упреждать износ двигателя посредством своевременного обнаружения и устранения нарушения герметичности топливной системы питания дизельного двигателя. Сущность такого подхода заключается в том, что поддержание высокой технической готовности бронетанковой техники в боевом и повседневной деятельности является важнейшей задачей, обуславливающей актуальность проводимых дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

#### Список использованной литературы:

1. С.И. Румянцев, А.Ф. Синельников, Ю.Л. Штоль. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – М.: Машиностроение, 2009. – 272 с.
2. Бронетранспортёр БТР-80. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО и ИЭ). Ч. 1. 2-изд., перераб. и доп. – М.: Воениздат, 2001. – 280 с.
3. Бронетранспортёр БТР-80. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Ч. II. – М.: Воениздат, 2020. – 320 с.
4. Пузанков А. Г. Автомобили: устройство автотранспортных средств: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Пузанков А. Г. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Академия», 2006. – 289 с.
5. В. И. Осипова Автомобили. Конструкция и рабочие процессы: под ред. В. И. Осипова. – М.: «Академия», 2012. – 28 с.

А.С. Ахметжанов, Н.Қ. Жумиев

#### **Дизель қозғалтқышының отынмен қамтамасыз ету жүйесінің герметикалығын бақылау әдісі**

Бұл мақалада әдістер мен құралдар және дизельді қозғалтқыштық отын жүйесінің тығыздығын бақылау қарастырылады. Бүгінгі таңда элементтердің қосылыстарын герметикалығын тексерудің әртүрлі әдістері мен құралдарын зерттеудің өзекті екендігін жеткізеді.

Мақалада отынмен жабдықтау жүйесінің тығыздығы туралы формулалар мен мысалдар келтірілген, өнертапқыштық есептерді шешу теориясы тұрғысынан техникалық диагностикалық құралдардың құрылымдық параметрлерін анықтау мәселесін шешуде өз тарапынан ұсыныс айтады.

*Кілт сөздер:* бронды техника, қозғалтқыш, отынмен жабдықтау жүйесі, тығыздау, диагностика, техникалық жағдайы.

A.S. Akhmetzhanov, N.K. Zhumiev

#### **A method for monitoring the tightness of the fuel supply system of a diesel engine**

This article discusses methods and means of controlling the tightness of the fuel supply system of a diesel engine. To date, there are various ways and means of checking the quality of the connections of the elements for tightness, while this issue remains relevant in many scientific studies.



The article provides formulas and examples on the tightness of the fuel supply system and offers solutions to the problem of determining the design parameters of technical diagnostics tools from the standpoint of the theory of solving inventive tasks.

*Keywords:* armored vehicles, engine, fuel supply system, tightness, diagnostics, technical condition.

#### References:

1. S.I. Rumyancev, A.F. Sinelnikov, U.L. Shtol (2009). *Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobiley: uchebnik. [Car maintenance and repair].* – М.: Mashinostroenie, – 272 p.
2. (2001). *Bronetransporter BTR-80. Technicheskoe opisanie i instrukciya po ekspluatatsiy (TO и IE). [Technical description and operating instructions (TO and IE).]*Ch. 1, 2- izd. – М.: voenizdat. MO SSSR. – 280 p.
3. (2020). *Bronetransporter BTR-80. Technicheskoe opisanie i instrukciya po ekspluatatsiy. [Technical description and operating instructions.]* Chast II. – М.: voenizdat. – 320 p., il., tabl.
4. Puzankov, A. G. (2006). *Avtomobili: ustroystvo avtotransportnyh sredstv: uchebnik dlya studentov uchrezhdeniy sred. prof. obrazovaniya. [Cars: device of motor vehicles]-3-e izdanie., -ster.* – М.: «Akademia», – 289 p.
5. (2012). *Avtomobili. [Cars]. Konstrukciya i rabochie procesy: uchebnik dlya stud. uchrezhdeniy. prof. Obrazovaniya A. M. Ivanov; pod red. V. I. Osipova.* – М.: «Akademia», – 28 p.

Ахметжанов Азамат Советович	Ұлттық қауіпсіздік және әскери іс магистрі, Ұлттық ұлан академиясының техникалық қамтамасыз ету кафедрасының АБТТ материалдық бөлігі мен пайдалану циклінің бастығы, Петропавл, Қазақстан
Ахметжанов Азамат Советович	магистр национальной безопасности и военного дела, начальник цикла материальной части и эксплуатации АБТТ кафедры технического обеспечения Академии Национальной гвардии, Петропавловск, Казахстан
Akhmetzhanov Azamat	master of National Security and Military Affairs, Head of the Material Part and Operation Cycle of the Department of Technical Support of the National Guard Academy, Petropavlovsk, Kazakhstan

Жумиев Нурлан Кулганатович	ҚР Ұлттық қорғаныс университетінің докторанты, Астана, Қазақстан
Жумиев Нурлан Кулганатович	докторант Национального университета обороны РК, Астана, Казахстан
Zhumiev Nurlan	doctoral student at the National Defense University, Astana, Kazakhstan