



Д.Ш. Алтынбеков¹, В.В. Нилов², Л.А. Минченко¹, К.К. Шалбаев³

¹*Академия Национальной гвардии Республики Казахстан,
Петропавловск, Казахстан*

²*Войсковая часть 6655 Национальной гвардии Республики Казахстан, Актюбе, Казахстан*

³*Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпева, Алматы, Казахстан
(E-mail: vnc@ang.edu.kz)**

Анализ способов и средств технического диагностирования систем питания топливом и воздухом двигателей специального назначения

В научной статье рассматриваются неконтролируемые процессы разгерметизации систем питания двигателей топливом и воздухом, что представляет собой скрытый дефект, который визуально практически невозможно обнаружить, а также проведен анализ способов и средств технического диагностирования систем питания топливом и воздухом двигателей вооружения и военной специальной техники. Обоснованы технические требования, предъявляемые к средствам технического диагностирования, что будет способствовать повышению качества технического обслуживания вооружения и военной специальной техники.

Ключевые слова: системы питания двигателей топливом и воздухом, впускной воздушный тракт, воздушный фильтр, избыточные давления, аэрозоли, герметичность.

Введение

Актуальность статьи заключается в том, что в повседневной служебно-боевой деятельности вооружение и военная специальная техника интенсивно используются в тяжёлых дорожных условиях и вне дорог с высокой запыленностью, что приводит к форсированному изнашиванию, неисправностям и отказам деталей механизмов и агрегатов машин.

Отсутствие подсасывания неочищенного воздуха в систему питания дизельных двигателей топливом и воздухом, попадание абразивных частиц в сопряжения узлов и агрегатов машин, является одним из важных условий, обеспечивающих долговечность их работы.

Метод исследования

Методом исследования является проведение анализа патентного массива как Казахстанских, так и зарубежных изобретателей глубиной до 20 лет, так же методологической основой изучения способов и средств технического диагностирования систем питания топливом и воздухом двигателей вооружения и военной специальной техники принимаем методы сравнительного научного анализа, обобщения информации и систематизации.



Основная часть

В значительной степени, эффективность парка машин зависит от технического состояния двигателей внутреннего сгорания. По некоторым типам машин на долю дизельных двигателей приходится до 50% отказов, а трудоемкость выполняемых работ по их устранению достигает 40% от общего времени. Анализируя работу дизельных двигателей, можно сказать, что по надежности, системы и механизмы в двигателе распределяются следующим образом: система питания – до 45% отказов; цилиндропоршневая группа – до 20%; газораспределительный механизм – до 15%; система охлаждения и смазки – до 10% [1].

Абразивное изнашивание деталей двигателя является основной причиной неконтролируемой разгерметизации систем питания двигателя в процессе его работы. Визуально обнаружить место износа затруднительно. Такой дефект значительно сокращает срок службы двигателя.

Известен способ и оборудование для испытания на герметичность системы впуска и выпуска автомобильных двигателей внутреннего сгорания, приведенный в патенте патент RU № 2024834, Бюл. № 23 1994, сущность которого заключается в том, что проверка герметичности осуществляется за счёт поступления сжатого воздуха во впускной трубопровод двигателя с первоначально установленным определением значения давления выше впускного трубопровода, выхода сжатого воздуха из впускного трубопровода и определения значения давления выходящего сжатого воздуха. Давление на выходе сравнивается с давлением на входе, и если оно оказывается ниже установленного значения, то увеличивают давление поступающего воздуха для определения местонахождения нарушения герметичности, которую определяют по звуку, прикосновением или по показанию манометра [2]. Недостаток предложенного способа контроля герметичности состоит в том, что он неоправданно сложен и трудоёмок в применении.

Известен способ контроля герметичности впускного воздушного тракта двигателей и устройство для его осуществления, описанный в патенте RU № 2104170, Бюл. 1998, № 2, заключающийся в установке сигнальных устройств в контролируемых частях воздушного впускного тракта и визуальном определении мест разгерметизации посредством срабатывания контактных датчиков, установленных в корпусе воздушного фильтра и загорания светодиода на приборной панели недостатком данного способа контроля герметичности впускного воздушного тракта двигателей и устройства для его осуществления является сложность его технического решения.

Кроме представленных выше способов, применяется способ проверки герметичности впускного тракта двигателя, при котором в корпус крепления воздушного фильтра устанавливается устройство, через которое проходит под давлением дым и в местах неплотности, визуально определяется место нарушения герметичности впускного воздушного тракта.

Кроме представленных выше способов, применяется способ проверки



герметичности впускного тракта двигателя, при котором в корпус крепления воздушного фильтра устанавливается устройство, через которое проходит под давлением дым и в местах неплотности, визуальным образом определяется место нарушения герметичности впускного воздушного тракта.

Недостаток этого способа и устройства заключается в высокой трудоёмкости его практического применения, так как для этого необходимо снимать крышку воздухоочистителя, демонтировать фильтрующий элемент воздушного фильтра и на его место устанавливать специальную заглушку с зажжённой промасленной ветошью, закрыть крышкой воздухоочиститель, затем ручным насосом создавать давление и по выходящему дыму обнаруживать места неплотностей и устранять неисправности, после чего демонтировать заглушку и в обратном порядке производить сборку воздухоочистителя. Причём в связи с тем, что сборка воздухоочистителя всегда является заключительной операцией, нет никакой гарантии его герметичности после сборки, а, следовательно, и всей системы питания двигателя воздухом.

Для обнаружения мест разгерметизации различных систем применяются генераторы дыма. Он позволяет тестировать герметичность системы питания двигателя воздухом. Работа генератора дыма Smoke Pro построена на применении минерального масла, из которого создается безопасный, нетоксичный дым, подаваемый под низким давлением в диагностируемую систему.

Недостатками прибора являются необходимость обязательного разъединения систем питания двигателей для подсоединения прибора, высокая его сложность и стоимость. Кроме того, применение в генераторе дыма Smoke Pro минерального масла, содержащего парафиновые соединения, загрязняет поверхность фильтрующего элемента, вызывает необходимость его промывания с использованием моющих средств ОП-7 или ОП-10, что повышает трудоёмкость процесса контроля герметичности.

Известен индикатор контроля герметичности, описанный в инновационном патенте № 21482 Республики Казахстан на изобретение, состоящий из корпуса, в котором имеются два сообщающихся канала.

В один канал вставлена прозрачная трубка с нанесённой на ней риской. Сверху канал закрыт винтовой пробкой. Второй канал посредством эластичной резиновой трубки соединён со сменным наконечником. В верхнюю часть светового окна индикатора вмонтирована электрическая лампочка. От исполнительного механизма отходят два контакта. Гнездо для наушников расположено в нижней части корпуса индикатора. В качестве сигнального элемента устройства применена электропроводная жидкость (вода).

Главным недостатком изобретения является низкая чувствительность индикатора из-за высокой плотности применяемой электропроводной жидкости (воды), поэтому он обладает возможностью обнаруживать только нарушения герметичности системы питания двигателя с существенным по объёму подсосом воздуха.



Второй недостаток заключается в невозможности контролировать герметичность впускного воздушного тракта в условиях низких температур, так как вода замерзает уже при температуре 0°C , а сама конструкция индикатора герметичности неоправданно усложнена, так как контролировать герметичность системы по изменению уровня жидкости в пластмассовой прозрачной трубке индикатора по световому и по звуковому сигналу не имеет смысла, вполне достаточно осуществлять контроль герметичности по одному признаку. Известны способы и устройства для контроля герметичности впускного воздушного тракта и системы питания двигателя воздухом, представленные в инновационных патентах № 25057 и № 26585 Республики Казахстан на изобретение, которые характеризуются высокой чувствительностью и мгновенным обнаружением нарушения герметичности. Однако этим способом и устройствами можно контролировать герметичность только одной системы питания двигателя воздухом, поэтому целесообразность разработки многофункционального переносного устройства для контроля герметичности систем питания двигателя топливом и воздухом в процессе эксплуатации совершенно очевидна.

Известен прибор для проверки герметичности топливной системы дизельного двигателя модели КИ-383 ГОСНИТИ, который имеет широкое применение в процессе эксплуатации автомобильной и бронетанковой техники и работает следующим образом.

Для контроля герметичности системы питания двигателя топливом с помощью прибора модели КИ-383 ГОСНИТИ отсоединяют от топливного бака топливопровод, отводящий излишек топлива, герметизируют его заглушкой, затем отсоединяют от топливного бака подающий топливопровод и присоединяют к нему шланг бачка прибора. Топливо из бачка, заполненного на $4/5$ своего объема, подаётся в систему под давлением $0,3$ МПа, которое создаётся имеющемся в бачке воздушным насосом. Появление пузырьков воздуха и топлива в местах соединений сигнализирует о нарушении герметичности и возникновении форсированного износа деталей дизельной топливной аппаратуры, который во много раз превышает средний эксплуатационный износ. Однако этот прибор характеризуется громоздкостью, высокой трудоёмкостью его применения и требует обязательного разъединения системы питания двигателя топливом.

Известны способы и устройства для контроля герметичности системы питания двигателя топливом, описанные в инновационных патентах Республики Казахстан на изобретение № 26897, № 27316, № 28809, № 28910, №32899, которые характеризуются высокой чувствительностью и мгновенным обнаружением факта нарушения герметичности. Недостатки этих приборов заключаются в том, что они являются однофункциональными и могут контролировать герметичность только систему питания двигателей топливом.

Представляет интерес способ контроля герметичности системы питания дизельного двигателя топливом и воздухом и устройство для его осуществления, изложенные в инновационном патенте № 28909 Республики



Казахстан на изобретение. Устройство собой встроенное средство технического диагностирования, установленное, например, на бронетранспортёре БТР-80, позволяющее контролировать обе системы, как в стационарных условиях, так и при движении машины. В этом устройстве герметичность системы питания воздухом контролируется по разрежению воздуха, а система питания двигателя топливом контролируется по избыточному давлению подсасываемого воздуха, поступающего в топливный бак вместе с излишками топлива. К числу недостатков конструкции устройства следует отнести значительную протяжённость трубопроводов и сложность технического решения.

Из известных устройств для контроля герметичности систем питания двигателя наиболее удачным с точки зрения простоты конструктивного решения и трудоёмкости практического применения является прибор (индикатор) КИ-4870 ГОСНИТИ для контроля герметичности впускного воздушного тракта системы питания двигателей воздухом [3].

Прибор контроля герметичности (рис. 1, рис. 2) впускного воздушного тракта двигателя включает в себя корпус 1 с окном, стеклянную прозрачную трубку 2, пробку 4 с боковым отверстием 3 для связи прибора с атмосферой, эластичную резиновую трубку 6, совмещённую одним концом со штуцером 5 прибора, а другим концом, соответственно, с соединительной муфтой 7, держателем 8 и сменным наконечником 9.

Прибор контроля герметичности КИ-4870 ГОСНИТИ работает следующим образом. Для контроля герметичности впускного воздушного тракта двигателя осуществляют его пуск, после чего вывинчивают пробку 4 до нижней кромки бокового отверстия 3 для обеспечения связи прибора с атмосферой, затем одной рукой берут корпус 1 индикатора, окном с прозрачной трубкой 2 обращённым к себе, а другой рукой, взяв эластичную резиновую трубку 6 с соединительной муфтой 7 и держателем 8, прикладывают наконечник 9 к местам возможного нарушения герметичности воздушного тракта. Если уровень жидкости в прозрачной стеклянной трубке начнёт опускаться, то это значит, что обнаружено место нарушения герметичности впускного воздушного тракта.

В качестве жидкости применяют керосин, дизельное топливо или низкозамерзающую жидкость, плотность которых согласно справочных данных находится в пределах $700 - 1090 \text{ кг/м}^3$ [4], поэтому при уровне разрежения, соответствующим нормальным условиям работы исправной системы питания двигателя воздухом, прибор малочувствителен и характеризуется утратой быстро действия.

Второй недостаток прибора контроля герметичности состоит в том, что эластичная резиновая трубка 6, соединённая со сменным наконечником 9, в условиях низких температур утрачивает свою гибкость, что исключает возможность его практического применения.

Третий недостаток заключается в необходимости и физиологической невозможности человека одновременно удерживать прибор КИ-4870 ГОСНИТИ в процессе диагностирования в вертикальном положении, с

целью получения достоверных данных, и наблюдать за перемещением наконечника по диагностируемой поверхности возможных мест нарушения герметичности, что снижает производительность при выполнении операций технического диагностирования герметичности впускного воздушного тракта системы питания двигателя воздухом.

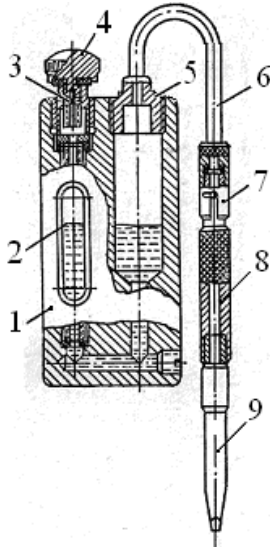


Рис. 1. Принципиальная схема прибора
КИ – 4870 ГОСНИТИ



Рис. 2. Общий вид прибора
КИ – 4870 ГОСНИТИ

Анализируя вышеизложенное, в качестве выводов можно сформулировать основанные технические требования при разработке средств технического диагностирования герметичности систем питания двигателей специального назначения:

- а) надёжность работы, репрезентативность;
- б) конструктивная простота;
- в) высокая чувствительность;
- г) низкая трудоёмкость и удобство практического применения;
- д) отсутствие необходимости обязательного разъединения диагностируемых систем.

Заключение

Основной научной новизной данной статьи являются:

– сформулированные технические требования при разработке средств технического диагностирования герметичности систем питания двигателей Вооружения и военной техники.

– применение средств технического диагностирования герметичности систем питания двигателей топливом и воздухом, изготовленных в соответствие с выдвинутыми техническими требованиями, обеспечивающим повышения качества технического обслуживания Вооружения и военной специальной техники.

– были учтены конструктивные аспекты для разработки средств



технического диагностирования герметичности систем питания двигателей Вооружения и военной техники.

Список литературы:

1. Чичиланов И.И. Совершенствование методики и средств диагностирования дизельных двигателей. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. 05.20.03. – зерноград, 2016. – 211 с.
2. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин [и др]. – М.: Академия, 2008. – 432 с.
3. Арженовский А.Г. Совершенствование методики и средств определения энергетических параметров двигателей тракторов в эксплуатационных условиях. Автореф. дисс. к.т.н. / А.Г. Арженовский – зерноград, 2004. – 118 с.
4. Енохович А.С. Справочник по физике. 2-пер. доп. – М.: Просвещение, 1990. – 384 с.
5. Козлов Ю.С. Оборудование для ремонта сельскохозяйственной техники: справочник / Ю.С. Козлов. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 288 с.

Д.Ш. Алтынбеков, В.В. Нилов, Л.А. Минченко, К.К. Шалбаев

Әскери арнайы техника және қару-жарақ қозғалтқыштарының ауа және жанармаймен қоректену жүйесін техникалық диагностикалау құралдарының және әдістерін талдау

Ғылыми мақалада қарулану мен әскери арнайы техниканың қозғалтқыштарын отын және ауамен қоректендіру жүйесін техникалық диагностикалау әдістері мен құралдарына талдау жүргізілген. Қарулану мен әскери арнайы техниканың техникалық қызмет көрсетуінің сапасының арттыруына ықпал ететін тұстарына тоқталады, техникалық диагностикалау құралдарына қойылатын техникалық талаптарын қарастыраған.

Кілт сөздер: қозғалтқыштарды жаңармай және ауамен қоректендіру жүйесі, кіруші ауалық тракты, ауа фильтрі, артық қысым, аэрозольдар, түгін, герметикалық қасиет, техникалық диагностика.

D.Sh. Altynbekov, V.V. Nilov, L.A. Minshenko, K.K. Shalbayev

Analyses of methods and means of technical diagnostics of fuel and air supply systems for engines of weapons and military special equipment

The scientific article analyzes the methods and means of technical diagnostics of supply systems with fuel and air for the engines of armament and military special equipment. The technical requirements for the means of technical diagnostics have been substantiated, which would help to improve the quality of maintenance of armament and military special equipment.

Key words: engine fuel and air supply systems, intake air duct, air filter, overpressure, aerosol, smoke, tightness, dustiness of the air. Forced abrasive wear of engines, uncontrolled depressurization of systems, suction of uncleaned air, sensitivity of technical diagnostics.

References:

1. Chichilanov, I.I. (2016). Sovershenstvovanie metodiki i sredstv diagnostirovaniya



dizel'nyh dvigatelej. Dissertasiya na soiskanie ushennoi stepeni k.t.n. 05.20.03. [Improving the methods and means of diagnosing diesel engines]. – Zernograd. – 211 p.

2. (2008). Diagnostika i tekhnicheskoe obsluzhivanie mashin [and others]. [Diagnostics and maintenance of machines] / A.D. Ananyin [other authors]. – M.: Academy. – 432 p.

3. Arzhenovsky, A.G. (2004). Sovershenstvovanie metodiki i sredstv opredeleniya energeticheskikh parametrov dvigatelej traktorov v ekspluatatsionnykh usloviyakh. [Improvement of methods and means for determining the energy parameters of tractor engines in operational conditions]. Autoref. dis. Candidate of Technical Sciences/ A.G. Arzhenovsky – Zernograd. – 118 p.

4. Enokhovich, A.S. (1990). Spravochnik po fizike [Handbook of Physics]. Second edition revised and supplemented. – M.: Prosveshchenie. – 384 p.

5. Kozlov, Yu.S. (1987). Oborudovanie dlya remonta sel'skohozyajstvennoj tekhniki: spravochnik [Equipment for the repair of agricultural machinery: reference]. – M.: Rossel'hozizdat. – 288 p.

Алтынбеков Денис Шамильевич	полковник, философия докторы (PhD), техникалық қамтамасыз ету кафедрасының бастығы, Қазақстан Республикасы Ұлттық ұлан Академиясы, Петропавл, Қазақстан
Алтынбеков Денис Шамильевич	полковник, доктор философских наук (PhD), начальник отдела технического обеспечения Академии Национальной Гвардии Республики Казахстан, Петропавловск, Казахстан
Altynbekov Denis	colonel, Doctor of Philosophy, Head of the Technical Support Department of the Academy of the National Guard of the Republic of Kazakhstan, Petropavl, Kazakhstan

Нилов Владимир Владимирович	майор, Қазақстан Республикасы Ұлттық ұланы 6655 әскери бөлімше штаб бастығының орынбасары, Ақтөбе, Қазақстан
Нилов Владимир Владимирович	майор, заместитель начальника штаба войсковой части 6655 Национальной гвардии Республики Казахстан, Ақтөбе, Казахстан
Nilov Vladimir	major, Deputy Chief of Staff of military unit 6655 of the National Guard of the Republic of Kazakhstan, Aktobe, Kazakhstan

Минченко Лариса Александровна	техникалық қамтамасыз ету кафедрасының оқытушысы, Қазақстан Республикасы Ұлттық ұлан Академиясы, Петропавл, Қазақстан
Минченко Лариса Александровна	преподаватель кафедры технического обеспечения, Академия Национальной Гвардии Республики Казахстан, Петропавловск, Казахстан
Minshenko Larisa	lecturer of the Department of Technical Support, Academy of the National Guard of the Republic of Kazakhstan, Petropavl, Kazakhstan



Шалбаев Кожамбердиевич	Калманбет	Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының тех.ғ.д., қауымдастырылған профессоры, Алматы, Қазақстан
Шалбаев Кожамбердиевич	Калманбет	д.тех.н., ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и транспорт» Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан
Shalbaev Kalmanbet		doctor of technical sciences, associate professor of the department «Technological machines and transport» of the K.I. Satpayev Kazakh national research technical university, Almaty, Kazakhstan