

Научная статья
УДК 62.192

Влияние изменения теплового зазора клапана на газодинамические параметры работы двигателя ВАЗ 21083

Никита Николаевич Полторыхин¹, Максим Викторович Никифоров²

^{1,2}Тверская государственная сельскохозяйственная академия (Тверская ГСХА), Тверь, Россия

¹nikitapoltoryhin@yandex.ru

²mnikiforov@tvgscha.ru

Аннотация. Для поддержания работоспособности двигателя внутреннего сгорания применяется диагностика. Разработан комплекс для безразборной диагностики, путем имитации работы двигателя. Целью проводимого исследования является способность данного комплекса выявить нарушение в размере теплового зазора клапана двигателя. Проведение эксперимента подразумевает изменение теплового зазора во впускном и выпускном клапане в большую и меньшую сторону. Результатом проведенного эксперимента являются осциллограммы изменения давления во впускном, выпускном коллекторах и картере двигателя при разном размере теплового зазора. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что при имитации различных неисправностей, значения давлений различны и отличаются от давления при исправном двигателе, также различен и характер протекания осциллограмм изменения давлений по углу поворота распределительного вала двигателя, что позволит определять конкретные причины неисправности двигателей и их систем.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, диагностика, тепловой зазор клапана.

Для цитирования: Полторыхин Н.Н., Никифоров М.В. Влияние изменения теплового зазора клапана на газодинамические параметры работы двигателя ВАЗ 21083 // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2024. № 2 (40).

Original article

The influence of changing the valve thermal clearance on the gas-dynamic parameters of the VAZ 21083 engine

Nikita N. Poltoryhin¹, Maksim V. Nikiforov²

^{1,2}Tver State Agricultural Academy (Tver SAA), Tver, Russia

¹nikitapoltoryhin@yandex.ru

²mnikiforov@tvgscha.ru

Abstract. Diagnostics used to maintain the efficiency of the internal combustion engine. A complex has been developed for non-selective diagnostics by simulating engine operation. The purpose of the study is the ability of this complex to identify a violation in the size of the thermal gap of the engine valve. The experiment involves changing the thermal gap in the intake and exhaust valves up and down. The result of the experiment is the oscillograms of pressure changes in the intake, exhaust manifolds and crankcase of the engine at different sizes of the thermal gap. Based on the conducted research, it can be concluded that when simulating various malfunctions, the pressure values are different and differ from the pressure with a working engine, and the nature of the flow of pressure waveforms along the angle of rotation of the engine camshaft is also different, which will allow determining the specific causes of malfunction of engines and their systems.

Keywords: internal combustion engine, diagnostics, valve thermal clearance.

For citation: Poltoryhin N.N., Nikiforov M.V. The influence of changing the valve thermal clearance on the gas-dynamic parameters of the VAZ 21083 engine. *Avtomobil'*. Doroga. Infrastruktura. 2024. No. 2 (40).

Введение

Современная диагностика – это неотъемлемая часть технической эксплуатации транспортных средств, основными параметрами которой является трудоемкость выполнения работ и конечная стоимость. Производители диагностических средств стараются использовать оптимальные с точки зрения качества, потребительских свойств и цены технические решения. Это приводит к применению универсальных и безразборных методов и средств диагностики [1]. Они позволяют своевременно выявлять неисправности, сокращая расходы на ремонт и время простоя неисправных транспортных средств [2]. Систематизация поиска и проведения его в соответствии с определенной методикой позволяет сократить время простоя, которое составляет иногда более 50% от всего времени ремонта транспортного средства [3].

Одним из наиболее подверженных износу узлов транспортного средства является двигатель. Работоспособность поршневых двигателей

внутреннего сгорания обеспечивает цилиндропоршневая группа и газораспределительный механизм [4].

С целью повышения точности определения неисправности и снижению трудоемкости работ была разработана диагностическая установка для двигателя внутреннего сгорания [5]. Она позволяет оценить состояние цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма.

Целью эксперимента является способность диагностического комплекса выявить неисправность в размере теплового зазора клапана двигателя.

Основная часть

В качестве объекта исследования влияние теплового зазора на изменения давлений в впускном и выпускном коллекторе и в картере двигателя. Экспериментальная установка изображена на рис. 1 и состоит из серийного, исправного двигателя ВАЗ-21083 со впускным и выпускным коллекторами и диагностического комплекса. Двигатель в штатном исполнении четырехтактный, бензиновый с рабочим объемом 1500 см^3 , степенью сжатия 9,9. Номинальная мощность двигателя 51,5 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5600 мин^{-1} ; максимальный крутящий момент $106,4 \text{ Н*м}$ при $n = 3400 \text{ мин}^{-1}$. Диагностическая установка состоит из пневматических клапанов, датчиков давления и электронного блока управления соединенных с помощью проводов с персональным компьютером [6]. Данная установка имитирует работу двигателя внутреннего сгорания. Во время имитации работы двигателя записываются диаграммы изменения давлений с помощью датчиков давлений. Анализ данных диаграмм позволяет выявить неисправность в цилиндропоршневой группе и газораспределительном механизме.

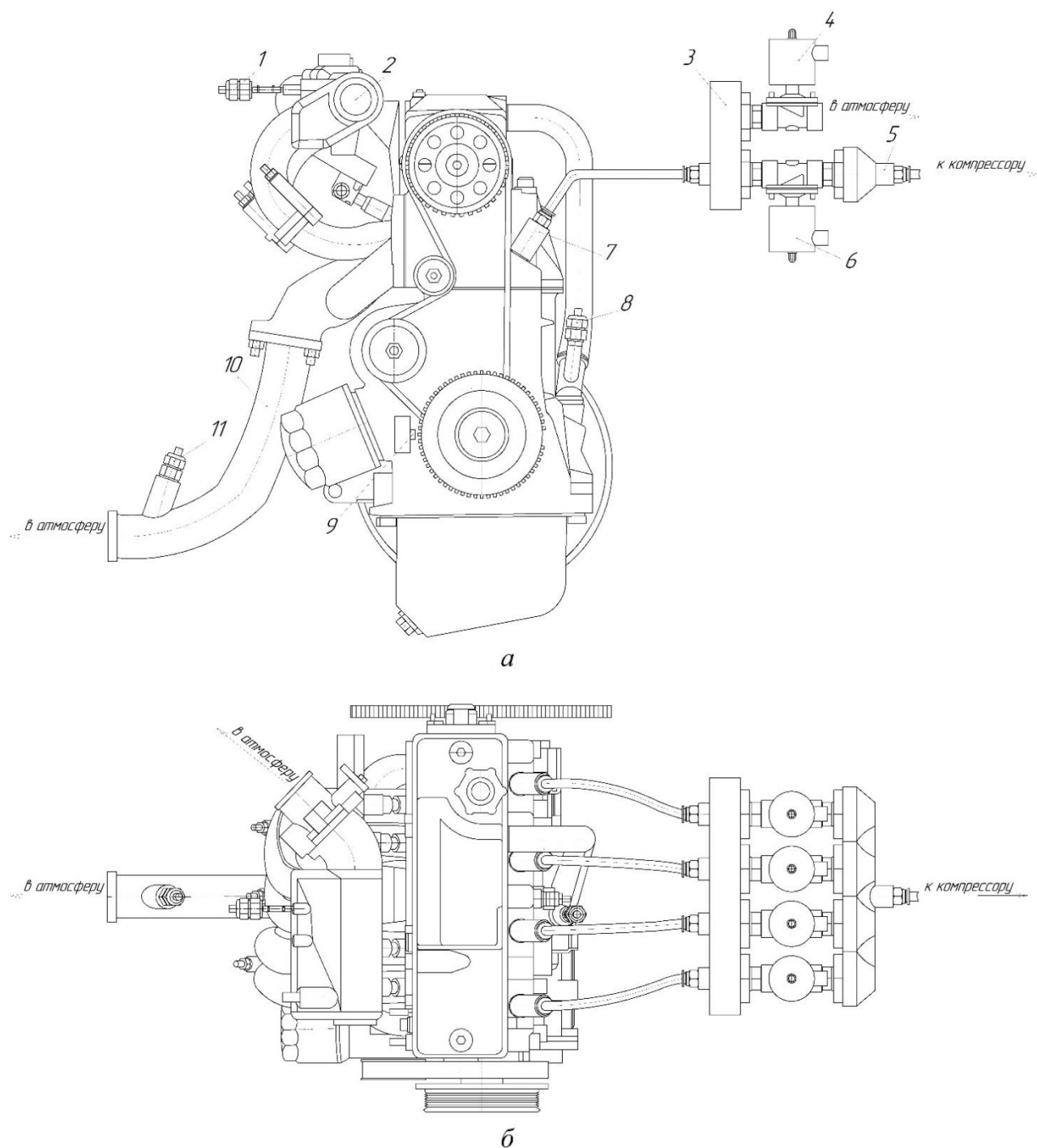


Рис. 1. Экспериментальная диагностическая установка: а – вид сбоку; б – вид сверху.
1 – датчик давления в впускном коллекторе; 2 – впускной коллектор; 3 – пневматический распределитель; 4 – пневматические клапаны на впуск; 5 – пневматический распределитель повышенного давления; 6 – пневматический клапан на выпуск; 7 – переходник; 8 – датчик давления в картере двигателя; 9 – датчик положения коленчатого вала; 10 – выпускной коллектор; 11 – датчик давления в выпускном коллекторе

Принцип работы диагностической установки. От компрессора сжатый воздух идет в распределительную магистраль повышенного давления через пневматическую трубку и распределяется по пневматическим клапанам на подачу сжатого воздуха в цилиндр двигателя. Сжатый воздух подается на такте рабочий ход в двигатель согласно циклам его работы. При открытии пневматического клапана на впуск сжатый воздух поступает в пневматический распределитель и далее через пневматическую трубку и переходник поступает в цилиндр двигателя. Данный поток сжатого воздуха подается на такте рабочий ход и обеспечивает необходимое давление в цилиндре для совершения этого такта и поворота коленчатого вала на 180 градусов. В это время в другом цилиндре двигателя, где проходит такт сжатия увеличивается давления противодействия. Для компенсации данного противодействия и удалении воздуха из цилиндра создана обратная система. Воздух из цилиндра в момент такта сжатия проходит через переходник и пневматические трубки в пневматический распределитель и открытый пневматический клапан на выпуск удаляется в атмосферу. Управление пневматическими клапанами и сбор данных с датчиков осуществляется с помощью электронного блока управления.

Последовательность проведения эксперимента:

1. Подготовительный этап

1.1 Подключение диагностического комплекса к двигателю.

1.2 Проверка тепловых зазоров на каждом цилиндре. Для впускных клапанов данное значение составляет 0,25 мм, для выпускных 0,35 мм.

2. Проведение эксперимента подразумевает снятие семи диаграмм изменения давлений с помощью диагностического комплекса, который имитирует работу двигателя.

2.1 Снятие диаграмм давлений с исправного двигателя.

2.2 Изменяем тепловой зазор во впускном клапане в первом цилиндре с 0,25 до 0,1 мм и измеряем давления.

2.3 Изменяем тепловой зазор во впускном клапане в первом цилиндре с 0,1 до 0,4 мм и измеряем давления.

2.4 Изменением тепловой зазор во впускном и выпускном клапанах первого цилиндра. Для впускного с 0,4 до 0,25 мм, а выпускной с 0,35 до 0,2 мм и измеряем давления.

2.5 Изменением тепловой зазор в выпускном клапане в первом цилиндре с 0,2 до 0,5 мм и измеряем давления.

2.6 Изменением тепловой зазор во впускном клапане первого цилиндра с 0,25 до 0,4 мм, а выпускной оставляем без изменений и измеряем давления.

2.7 Изменением тепловой зазор во впускном клапане с 0,4 до 0,1 мм и в выпускном клапане с 0,5 до 0,2 мм первого цилиндра и измеряем давления.

3. Анализ и обработка полученных данных

Анализ данных, позволил построить и сравнить изменения давлений во впускном и выпускном коллекторах и картере исправного двигателя и двигателя с искусственно введённой неисправностью.

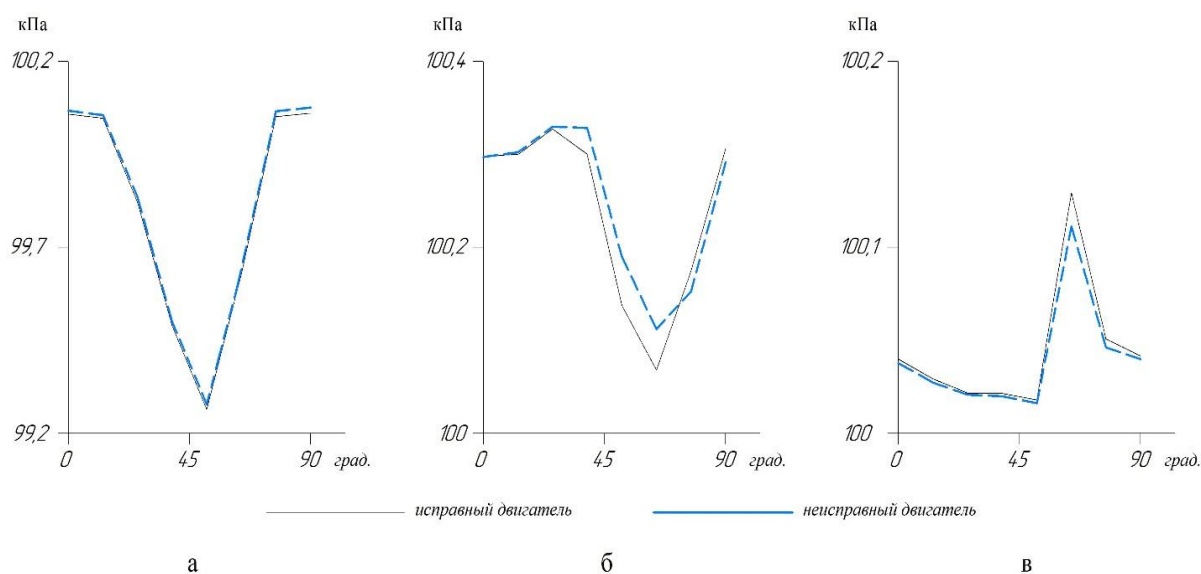


Рис. 2. Тепловой зазор впускного клапана первого цилиндра двигателя меньше нормативного: а – давление в впускном коллекторе; б – давление в картере двигателя; в – давление в выпускном коллекторе

На основании анализа диаграммы рис. 2 можно сделать вывод о том, что давление в впускном коллекторе практически не изменилось, давление в картере двигателя от минимального значения в 100,05 до 100,11 кПа в точке поворота распределительного вала 60 градусов, а давление в выпускном

коллекторе понизилось с 100,13 до 100,11 кПа в точке поворота распределительного вала 70 градусов.

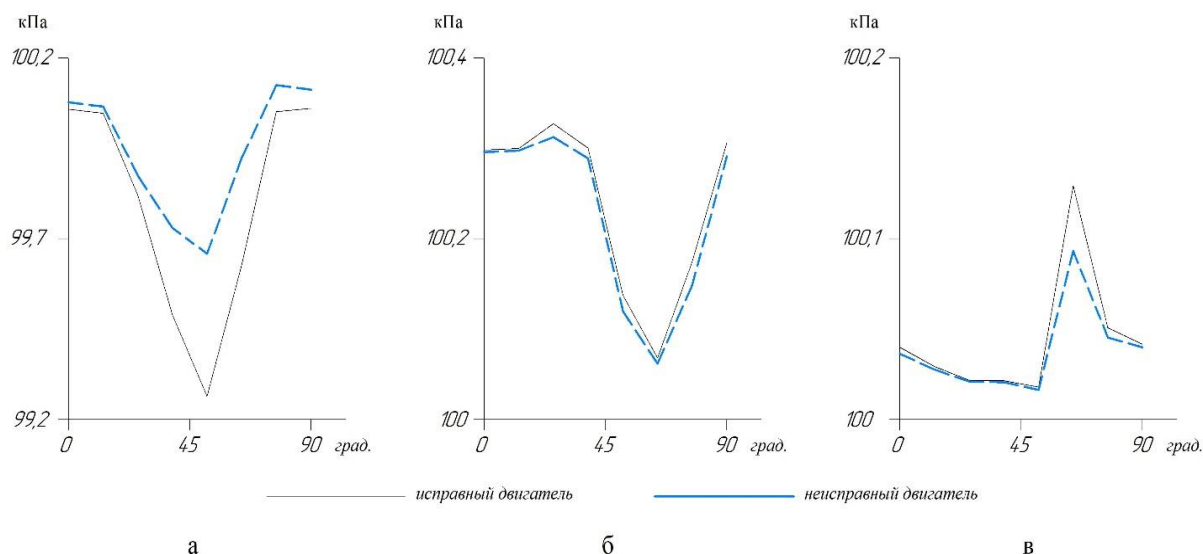


Рис. 3. Тепловой зазор впускного клапана первого цилиндра двигателя больше нормативного: а – давление в впускном коллекторе; б – давление в картере двигателя; в – давление в выпускном коллекторе

На основании анализа диаграммы рис. 3 можно сделать вывод о том, что давление в впускном коллекторе увеличилось с 99,25 до 99,65 кПа в точке поворота распределительного вала 50 градусов, давление в картере не значительно изменилось, а давление в выпускном коллекторе понизилось с 100,13 до 100,09 кПа в точке поворота распределительного вала 70 градусов.

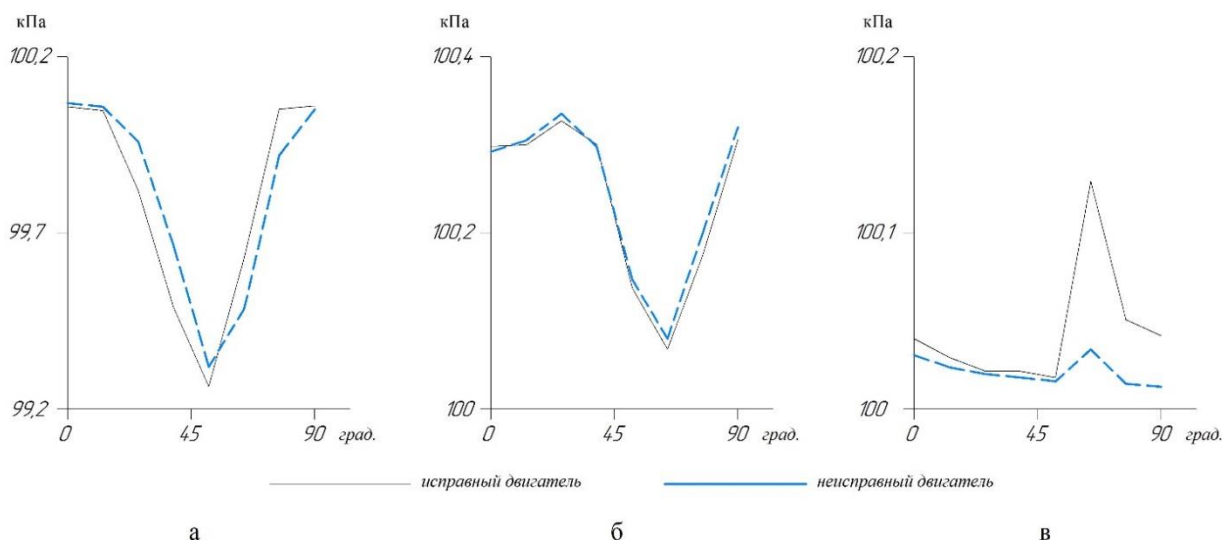


Рис. 4. Тепловой зазор выпускного клапана первого цилиндра двигателя меньше нормативного: а – давление в впускном коллекторе; б – давление в картере двигателя; в – давление в выпускном коллекторе

На основании анализа диаграммы рис. 4 можно сделать вывод о том, что давление в впускном коллекторе не значительно изменилось с сместилось на 5 градусов распределительно вала вправо, давление в картере двигателя осталось в норме, а давление в выпускном коллекторе значительно понизилось с 100,13 до 100,03 кПа в точке поворота распределительного вала 70 градусов.

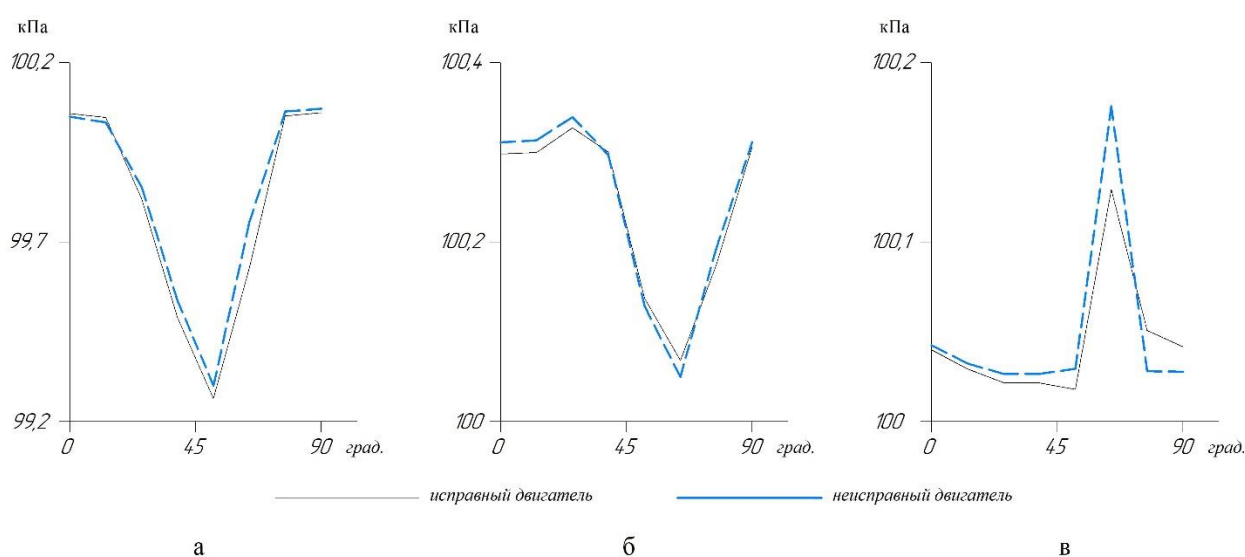


Рис. 5. Тепловой зазор выпускного клапана первого цилиндра двигателя больше нормативного: а – давление в впускном коллекторе; б – давление в картере двигателя; в – давление в выпускном коллекторе.

На основании анализа диаграммы рис. 5 можно сделать вывод о том, что давление во впускном коллекторе и в картере двигателя значительно не изменилось, а давление в выпускном коллекторе повысилось с 100,13 до 100,18 кПа в точке поворота распределительного вала 70 градусов.

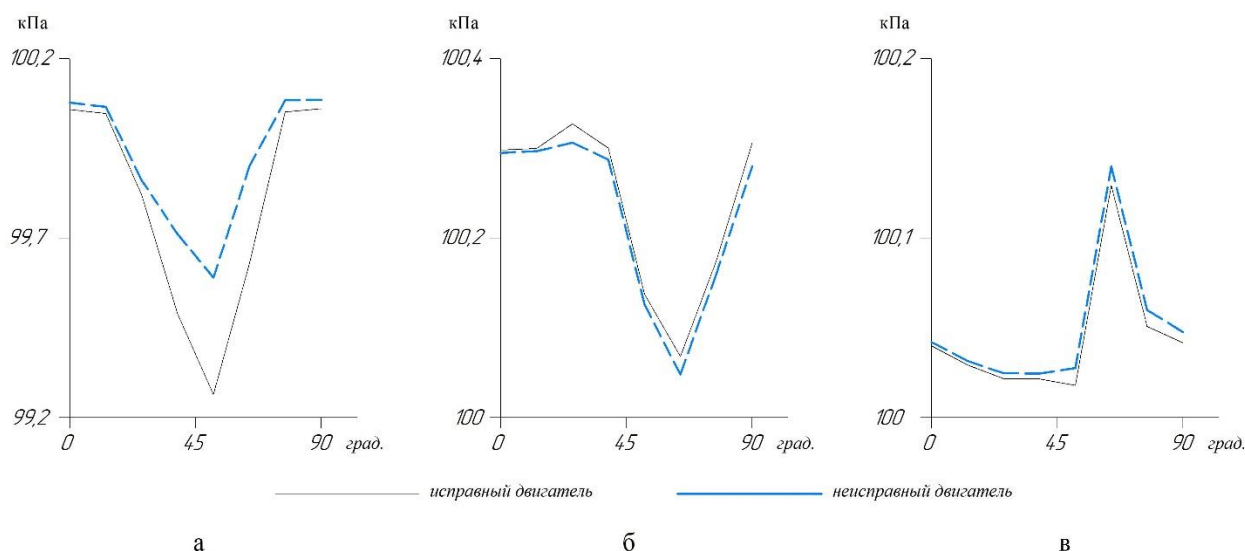


Рис. 6. Тепловой зазор впускного и выпускного клапана первого цилиндра двигателя больше нормативного: а – давление в впускном коллекторе; б – давление в картере двигателя; в – давление в выпускном коллекторе

На основании анализа диаграммы рис. 6 можно сделать вывод о том, что давление в впускном коллекторе увеличилось с 99,25 до 99,6 кПа в точке поворота распределительного вала 50 градусов, давление в картере двигателя уменьшилось на 0,03 кПа на протяжении всего поворота распределительного вала, а давление в выпускном коллекторе понизилось на 0,01-0,02 кПа на протяжении всего поворота распределительного вала.

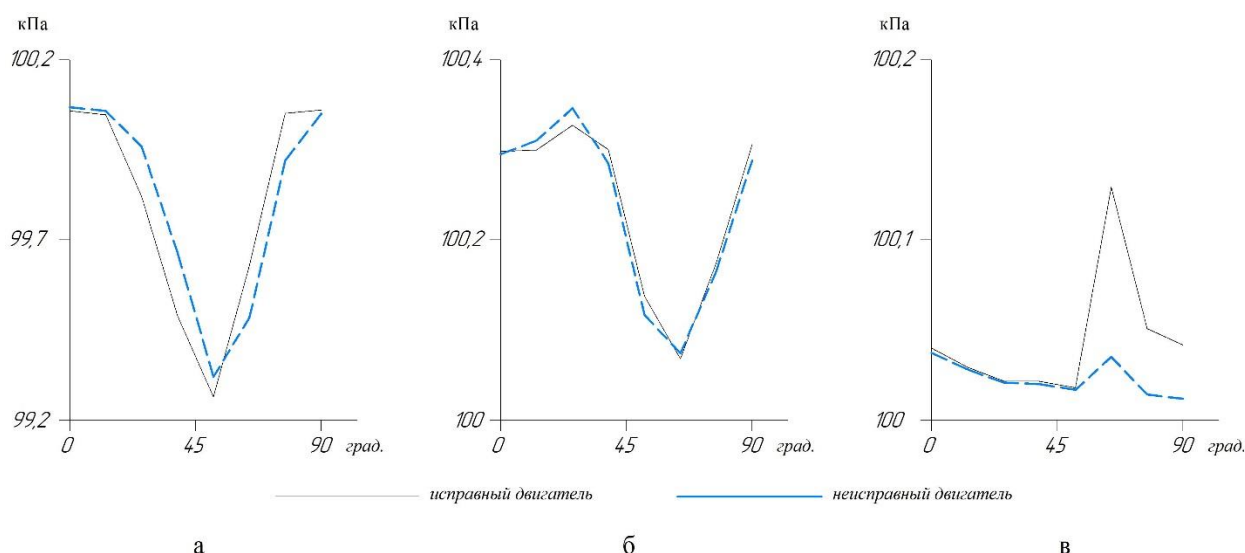


Рис. 7. Тепловой зазор впускного и выпускного клапана первого цилиндра двигателя меньше нормативного: а – давление в впускном коллекторе; б – давление в картере двигателя; в – давление в выпускном коллекторе

На основании анализа диаграммы рис. 7 можно сделать вывод о том, что давление в впускном коллекторе не значительно повысилось на 0,05-0,1 кПа, давление в картере двигателя не значительно уменьшилось на протяжении всего поворота распределительного вала, а давление в выпускном коллекторе понизилось с 100,13 до 100,09 кПа в точке поворота распределительного вала 70 градусов.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что при имитации различных неисправностей, значения давлений во впускном, выпускном коллекторах и картере двигателя различны и отличаются от давления при исправном двигателе. Кроме того, различен и характер протекания осциллограмм изменения давлений по углу поворота вала двигателя, что в совокупности, с учетом результатов дальнейших исследований, позволит на основании анализа параметров газодинамических процессов на впуске, выпуске и в картере определять конкретные причины неисправности двигателей и их систем.

В результате применения установки отсутствуют сложно отслеживаемые процессы сгорания топлива, температурные расширения и т.п., что повышает точность постановки диагноза.

Список источников

1. Зотов, С. В. Анализ современных методов диагностирования ДВС автомобилей / С. В. Зотов, И. Ю. Мезин, Е. Г. Касаткина // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2016. – Т. 1. – С. 247-250. – EDN WMBPCH.
2. Лившиц, В. М. Перспективные разработки в области диагностики автотракторных дизелей / В. М. Лившиц, С. В. Крашенинников, С. П. Пятин // Вестник ИрГСХА. – 2010. – № 38. – С. 77-81. – EDN MNLMBP.
3. Кошевенко, А. В. Поиск неисправностей дизеля / А. В. Кошевенко // Техника и оборудование для села. – 2008. – № 3. – С. 44-45. – EDN TBJBVN.
4. Демаков, К. К. Методы диагностики поршневых двигателей внутреннего сгорания анализом газодинамических параметров картерных газов / К. К. Демаков // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2021. – Т. 1. – С. 16-21. – EDN FNTEAM.

5. Никифором, М.В. Разработка диагностического комплекса для диагностирования двигателя внутреннего сгорания / М.В. Никифором, Н.Н. Полторыхин // Аграрная наука – 2022: сборник научных трудов. – Москва, 2022. – С. 1406-1409. EDN WVUTXG.

6. Никифоров, М. В. Методика диагностирования ДВС путем принудительной подачи сжатого воздуха в цилиндр двигателя / М. В. Никифоров, Ю. А. Панов, Н. Н. Полторыхин // Развитие научно-инновационного потенциала аграрного производства: проблемы, тенденции, пути решения : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Тверь, 25 октября 2022 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 337-339. – EDN ORANLH.

References

1. Zotov S. V., Mezin I. Yu., Kasatkina E. G. *Aktual'nyye problemy sovremennoy nauki, tekhniki i obrazovaniya*, 2016, vol. 1, pp. 247-250.
2. Livshits V. M., Krashenninikov S. V., Pyatin S. P. *Vestnik IrGSKHA*, 2010, no. 38, pp. 77-81.
3. Koshevenko A.V. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela*, 2008, no. 3, pp. 44-45.
4. Demakov K. K. *Nauchno-tekhnicheskoye i ekonomicheskoye sotrudnichestvo stran ATR v XXI veke*, 2021, vol. 1, pp. 16-21.
5. Nikiforom M.V., Poltorykhin N.N. *Agrarnaya nauka – 2022, Sbornik nauchnykh trudov*, Moscow, 2022, pp. 492-496.
6. Nikiforov M. V., Panov Yu. A., Poltorykhin N. N. *Razvitiye nauchno-innovatsionnogo potentsiala agrarnogo proizvodstva: problemy, tendentsii, puti resheniya*, Sbornik nauchnykh trudov, Tver, Tver SAA, 2022, pp. 337-339.

Рецензент: Смирнов А.Ю., канд. техн. наук, доц., Тверская ГСХА

Информация об авторах

Полторыхин Никита Николаевич, аспирант, Тверская ГСХА.

Никифоров Максим Викторович, канд. техн. наук, доц., Тверская ГСХА.

Information about the authors

Poltoryhin Nikita N., postgraduate, Tver SAA.

Nikiforov Maksim V., Candidate of Sciences (Technical), associate professor, Tver SAA.

Статья поступила в редакцию 15.05.2024; одобрена после рецензирования 15.05.2024; принята к публикации 04.06.2024.

The article was submitted 15.05.2023; approved after reviewing 15.05.2024; accepted for publication 04.04.2024.