

Эксплуатация автомобильного транспорта / Operation of Road Transport

Научная статья

Original article

DOI: [10.12731/3033-5965-2026-16-1-419](https://doi.org/10.12731/3033-5965-2026-16-1-419)

EDN: QNHITF

УДК 656.136



Диагностика автомобильных двигателей с помощью вакуумметра

О.Ю. Гончаров

*Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского федерального
университета, Пятигорск, Российская Федерация*

Аннотация

Обоснование. Для диагностики технического состояния автомобильных двигателей активно применяются разные методы, но основные из них требуют сложного оборудования и высокой квалификации. Метод вакуумной диагностики, основанный на измерении разряжения во впускном коллекторе, представляет собой доступный и эффективный способ оценки состояния двигателя и вспомогательных систем.

Цель – исследовать возможности применения механического вакуумметра для диагностики технического состояния цилиндропоршневой группы, систем газораспределения, клапанов и других элементов двигателя различных конструкций.

Материалы и методы. В работе использован механический стрелочный вакуумметр для замеров разряжения в различных точках вакуумных систем бензиновых и дизельных двигателей. Проведен анализ динамики показаний прибора, моделирование неисправностей и сравнительный анализ с диагностикой компрессии, компьютерной диагностикой и осциллографическими методами.

Результаты. Методика показала высокую информативность для выявления подсосов воздуха, нарушений работы клапанов, фаз газораспределения, проблем зажигания и других неисправностей. Представлены практические рекомендации по интерпретации показаний вакуумметра и таблица эталонных значений разряжения для различных типов двигателей.

Ключевые слова: автомобильный транспорт; двигатель; вакуум; вакуумметр; герметичность; магистраль; метод; надежность; привод; пневмокамера; разряжение; система

Для цитирования. Гончаров, О. Ю. (2026). Диагностика автомобильных двигателей с помощью вакуумметра. *Transportation and Information Technologies in Russia / Транспорт и информационные технологии*, 16(1), 64–82. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2026-16-1-419>

Car engine diagnostics using a vacuum gauge

O.Yu. Goncharov

*North Caucasus Federal University, Pyatigorsk Institute (branch),
Pyatigorsk, Russian Federation*

Abstract

Background. Various methods are widely used in diagnosing the technical condition of automotive engines, but most require highly skilled personnel and sophisticated equipment. Vacuum diagnostics, based on measuring the vacuum in the intake manifold, is an accessible and effective way to assess the condition of the engine and auxiliary systems.

Purpose. To explore the potential of using a mechanical vacuum gauge to diagnose the technical condition of the cylinder-piston group, valve timing systems, valves, and other engine components of various designs.

Materials and methods. A mechanical pointer vacuum gauge was used in this study to measure the vacuum at various points in the vacuum systems of gasoline and diesel engines. The dynamics of the instrument readings were analyzed, faults were modeled, and a comparative analysis was conducted with compression diagnostics, computer diagnostics, and oscillographic methods.

Results. The method demonstrated high information yield for identifying air leaks, valve malfunctions, valve timing issues, ignition problems, and other faults. Practical recommendations for interpreting vacuum gauge readings and a table of reference vacuum values for various engine types are provided.

Keywords: automotive; engine; vacuum; vacuum gauge; leak tightness; line; method; reliability; drive; pneumatic chamber; depressurization; system

For citation. Goncharov, O. Yu. (2026). Car engine diagnostics using a vacuum gauge. *Transportation and Information Technologies in Russia*, 16(1), 64–82. <https://doi.org/10.12731/3033-5965-2026-16-1-419>

Введение

Существует достаточно большое количество методов оценки технического состояния автомобильных двигателей. Для этого

применяется различная измерительная аппаратура с разной трудоемкостью методов, но из-за неоднозначных результатов основное количество методов требуют достаточно высокой квалификации мастера-диагноста. Для примера, измерение компрессии цилиндров дает достоверный результат. Существует несколько способов замеров компрессии на прогретом до рабочей температуры 90-95°C – с использованием вакуумметра, пневмотестера, компрессометра, датчиков давления-разряжения для осциллографа [1-4] или расходомера картерных газов. На СТО чаще всего проводится замер компрессии в двигателе компрессометром – как наиболее доступный, простой и эффективный способ [5; 6]. Сначала удаляются все свечи зажигания в цилиндрах бензинового двигателя (воздушная и дроссельная заслонка полностью открыты при этом) или удаляются все форсунки в дизельном двигателе, затем производится установка компрессометра. Одним компрессометром производится последовательно оценка компрессии каждого цилиндра, но для упрощения задачи требуется помощник при выполнении этой работы и много времени на диагностику. По значениям пульсаций тока стартера при прокручивании коленчатого вала в отсутствии подачи топлива или искры от свечей зажигания [7] более оперативно получают информацию о компрессионных свойствах цилиндров двигателя.

В дизельных двигателях, где топливо подается к топливному насосу высокого давления за счет разряжения, создаваемого подкачивающим насосом, диагностирование контура низкого давления происходит по замеру разряжения [6]. Как правило, вакуумметр подключается между насосом и фильтром. Если отсутствует разряжение, это указывает на неисправность насоса или негерметичность магистрали. Если разряжение повышено, то это говорит о загрязнении магистрали трубопроводов [8] или фильтра. Можно определить относительное разрежение, сравниваемое с аналогичной величиной, установленной для исправных двигателей при том же режиме работы, по показаниям вакуумметра. По результатам

регистрации кривой пульсирующего разрежения во впускном трубопроводе.¹ По амплитудным значениям кривой пульсирующего разрежения можно определить герметичность клапанов, что удобнее делать с помощью осциллографа, это подробно описано в работе [9]. По фазовым сдвигам определяется состояние привода механизма газораспределения. Безусловно, популярны современные методы оценки технического состояния ЦПГ, клапанов и стенок камер сгорания с помощью видеоэндоскопа, что требует дополнительного оборудования и вложений [10].

Хотя ссылки в литературе на метод диагностики по разрежению во впускном коллекторе присутствуют, и прибор общедоступен, практических значений, эталонных величин разрежения для разных конструкций двигателей недостаточно, необходимо искать данные в разных источниках, информация от заводов-изготовителей в специализированных справочных системах (например, Elsa Etka, AutoData, Mitchell OnDemand, Toyota TechDoc), также отсутствует. Это и обусловило написание данной работы по результатам практического опыта.

Основная часть

В данной работе рассмотрим применение вакуумметра при диагностике состояния двигателей и вспомогательных систем двигателей, обобщим результаты собственных экспериментов и опыта других исследователей.

На рис. 1 показан общий вид механического стрелочного вакуумметра, который мы применяем при диагностике.

На основании полученных вакууметром данных мы можем узнать следующие неисправности и параметры:

- общее состояние цилиндропоршневой группы²;
- правильность регулировки системы питания;

¹ Ключев В.В., Пархоменко П.П., Абрамчук В.Е. и др. Технические средства диагностирования: Справочник М.: Машиностроение 1989, 672 с., С. 343.

² Мигаль В.Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы: учеб пособие в 3-х томах. Т 2. Неисправности, параметры и средства диагностики. Харьков: «Майдан», 2014. С. 207.

- правильность регулировки системы зажигания;³
- проверка герметичности прокладок головки блока цилиндров;
- наличие залипших или прогоревших клапанов,
- проверка клапанных пружин на усталость;
- проверка системы выхлопа на целостность;
- правильность функционирования системы газораспределения агрегата.



Рис. 1. Общий вид вакуумметра
Fig. 1. General view of the vacuum gauge

Данные, которые мы получаем в результате диагностики, сложно обработать диагностам, не владеющим большим опытом, и это может привести к ошибкам в итоге диагностики. Чаще всего диагностика с помощью вакуумметра объединяют вместе с проверкой угла опережения зажигания, компьютерной диагностикой двигателя⁴, проверкой компрессии двигателя.

При работе данным прибором мы рассматриваем его абсолютное показание и темп, с которым движется стрелка - динамика показаний вакуумметра. Шкала вакуумметра помечена зна-

³ Вакуумная диагностика двигателя [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://carextra.ru/obzory/vakuumnaya-diagnostika-dvigatelya.html>

⁴ Емелькин Г. А. Вдох – выдох // За рулем. 2002. № 4. С. 186-187.

чениями в миллиметрах ртутного столба и разделена. Если мы увеличим высоту на 300 метров относительно уровня моря, то соответственно показания прибора также увеличиваются на 25 единиц [11].

При диагностике прибор мы подсоединяем напрямую к впускному коллектору, также возможно подключение к любым другим точкам вакуумных магистралей для того, чтобы проверить правильность работы отдельных элементов систем двигателей или дополнительного оборудования. Необходимо чтобы колеса автомобиля должны быть заторможены стояночным тормозом, двигатель, прогретый до рабочей температуры, работал на холостом ходу. Согласно данным, которые мы получили опытным путем, для V-образных атмосферных бензиновых 6 цилиндровых двигателей разрежение должно быть около 450 миллиметров ртутного столба (60 Кпа), при этом показатели должны быть стабильны и стрелка вакуумметра не должна быть подвержена ощутимым колебаниям.

Если значение разрежения выдает данные значительно ниже 450 мм рт. ст., вероятнее всего это означает:

- отсутствует герметичность между дроссельной заслонкой и впускным коллектором;
- повреждение вакуумного шланга;
- подсос воздуха из-за того, что между элементами отсутствует плотность;
- момент хода клапанов не совпадает с моментом хода поршней, что означает нарушение фазы ГРМ;
- позднее зажигание.

Необходимо проверить зажигание с помощью стробоскопа, фазы ГРМ, снять осциллограммы датчиков распределительного вала и коленчатого вала, необходимо проверить метки валов. Если метки не совпадают, то нужно снять ремень или цепь ГРМ для того, чтобы выставить по меткам по инструкции к двигателю.

Если показания составляют 380-250 единиц и стрелка дергается, то нужно проверить прокладку впускного коллектора и форсунки – возможен подсос воздуха⁵.

Если мы замечаем периодическое отклонение стрелки до 400-300 мм рт. ст. – скорее всего клапана не полностью закрываются. Чтобы это проверить, следует измерить значение компрессии в двигателе.

Если показания прибора плавают в большом диапазоне, то нужно проверить прокладки дроссельного узла и коллектора, а также качество смеси, которая поступает в цилиндры.

Если при работе двигателя на холостых оборотах из выхлопной трубы идет синеватый дым и мы видим быстрое колебание стрелки в пределах 100 единиц, это означает, что существует проблема с сальниками клапанов [12] или направляющими клапанов. Для того, чтобы это проверить, необходимо провести испытания поршневой группы, накачав для этого воздух [13]. Если стрелка прибора быстро колеблется и увеличиваются обороты мотора, то необходимо проверить клапанные пружины на упругость и прокладку впускного коллектора. Но похожие признаки мы можем наблюдать, если имеются проблемы с зажиганием⁶ или прогорел какой-то клапан ГРМ.

Если стрелка сильно дрожит, то необходимо проверить, герметична ли прокладка под ГБЦ и значение компрессии в поршневой. Возможно неработающий цилиндр является причиной.

Признаком неисправного зажигания является небольшое дрожание или колебание стрелки вакуумметра с интервалом в 25 мм. Нужно проверить угол опережения зажигания с помощью использования диагностического сканера или стробоскопа.

После этого нужно резко нажать на газ и после набора 2,5 тысяч оборотов отпустить педаль. Стрелка вакуумметра в таком случае упадет до нуля, потом поднимется, и должна превысить средние показания при холостом ходе около 120–130 единиц (до 580 мм рт. ст.), после этого медленно вернется на средний уровень.

⁵ Береснев А.Л., Береснев М.А. Диагностика двигателя автомобиля. М.: Физматлит, 2011. 311 с.

⁶ Справочник по диагностике неисправностей автомобиля. М.: Технар. 2015. 693 с.

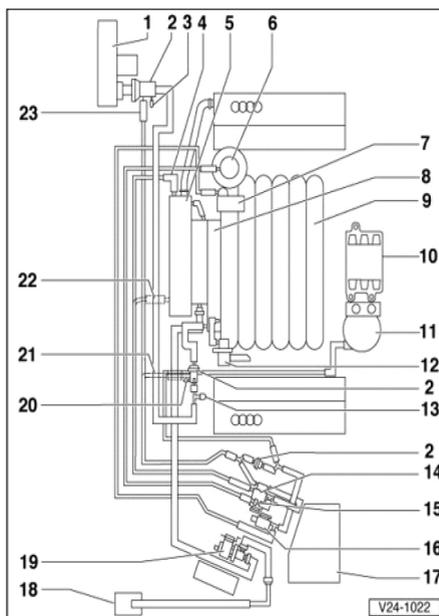


Рис. 2. Вакуумная схема двигателя ААН 2.8 AUDI А6 С45:

1- Вакуумный усилитель тормозов; 2- Обратный клапан; 3- Штуцер подключения пневмоблокировки дифференциала; 4- Линия продувки клапана рециркуляции отработавших газов (EGR); 5- Воздушный ресивер; 6- Клапан рециркуляции отработавших газов (EGR); 7- Вакуумный клапан изменения геометрии впускного коллектора; 8- Корпус дроссельной заслонки; 9- Впускной коллектор; 10- Катушки зажигания; 11- Вакуумный ресивер клапана изменения геометрии впускного коллектора; 12- Регулятор давления топлива; 13- Т-образное соединение; 14- Электроклапан управления клапаном EGR; 15- Ограничитель; 16- Электроклапан управления геометрией впускного коллектора; 17- Воздушный фильтр; 18- Адсорбер (EVAP); 19- Клапан адсорбера; 20- Не задействованная линия; 21- Не задействованная линия; 22- Не задействованная линия; 23- Вакуумная магистраль к электроклапанам

Fig. 2. Vacuum system diagram for the AAN 2.8 engine in the Audi A6 C45:

1- Vacuum brake booster; 2- Check valve; 3- Connection fitting for the differential lock; 4- Exhaust gas recirculation (EGR) valve bleed line; 5- Air receiver; 6- Exhaust gas recirculation (EGR) valve; 7- Vacuum valve for variable intake manifold geometry; 8- Throttle body; 9- Intake manifold; 10- Ignition coils; 11- Intake manifold geometry control valve vacuum reservoir; 12- Fuel pressure regulator; 13- T-fitting; 14- EGR valve control solenoid; 15- Restrictor; 16- Intake manifold geometry control solenoid; 17- Air filter; 18- Adsorber (EVAP); 19- Adsorber valve; 20- Inactive line; 21- Inactive line; 22- Inactive line; 23- Vacuum line to solenoid valves

Если полученные показания отличаются от приведенных выше, вероятнее всего забился катализатор или износились поршневые кольца. В таком случае сначала нужно проверить выхлопную систему, отсоединив подвижную гофру или катализатор, и сделать замер без него [4].

Необходимо рассмотреть примеры вакуумных схем двигателей разных производителей (показаны на рис. 2, 3 и 4).⁷ Для того, чтобы проверить величину разрежения в разных точках данных систем нужно использовать вакуумметр с набором переходников, их примеры конструкций показаны на рисунке 5.

В V-образном шестицилиндровом двигателе ААН 2.8 AUDI A6 C45 (рис. 2) проводилась проверка работы системы изменения геометрии впускного коллектора. Для этого проводился замер вакуума в точке 13 схемы на T-образном тройнике.

Система изменения геометрии впускного коллектора приводится в действие вакуумной мембраной 7, электроклапаном 16 на оборотах свыше 4200 об/мин. Таким образом вакуум на повышенных оборотах составил 500 мм.рт.ст., а при открытии электроклапана 16, срабатывании вакуумного клапана изменения геометрии впускного коллектора 7 до 450 мм.рт.ст. В данный момент видно, что заслонки системы изменения геометрии впускного коллектора поворачиваются относительно оси. Это указывает на исправную работу системы вакуумного управления двигателем, а также двигателя в целом.

Также было проведено моделирование неисправностей вакуумной системы [17]. При отключении вакуумного шланга от ресивера 11, разрежение снижалось до 370мм рт.ст. на холостом ходу, внутренний диаметр указанного шланга составляет 3 мм. При отключении вакуумной магистрали (внутренний диаметр 6 мм) от вакуумного усилителя тормозов в точке 2 наблюдался

⁷ Audi 100 /A6 Сервисное обслуживание и эксплуатация. Диагностика с помощью вакуумметра. Проверка компрессии в цилиндрах [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://automn.ru/audi-100/audi-42714-10.m_id-2271.m_id2-5907.html

трудный пуск двигателя, неустойчивый холостой ход и показания вакуумметра 120 мм рт.ст. что означает чрезвычайно большой подсос воздуха.

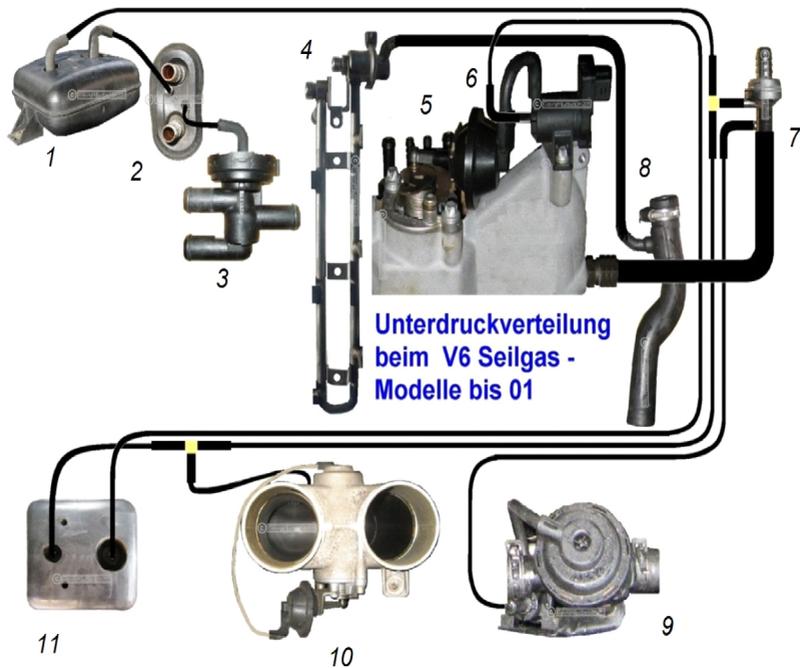


Рис. 3. Вакуумная схема двигателя X25XE автомобиля Opel Omega B:

1 – Вакуумный ресивер; 2 – перегородка моторного щита; 3 – вакуумный клапан отопителя салона; 4 – регулятор давления топлива; 5 – мембрана заднего клапана впускного коллектора; 6 – электроклапан впускного коллектора; 7 – обратный клапан вакуумного усилителя тормозов; 8 – шланг системы вентиляции картерных газов; 9 – мембрана клапана продувки катализатора; 10 – мембрана переднего клапана впускного коллектора (электроклапан не показан); 11 – дополнительный вакуумный ресивер (устанавливался не на все автомобили).

Fig. 3. Vacuum system diagram for the X25XE engine in the Opel Omega B:

1 – Vacuum reservoir; 2 – Engine compartment partition; 3 – Cabin heater vacuum valve; 4 – Fuel pressure regulator; 5 – Rear intake manifold valve diaphragm; 6 – Intake manifold solenoid valve; 7 – Vacuum brake booster check valve; 8 – Crankcase ventilation system hose; 9 – Catalytic converter purge valve diaphragm; 10 – front intake manifold valve diaphragm (solenoid valve not shown); 11 – auxiliary vacuum reservoir (not installed on all vehicles).

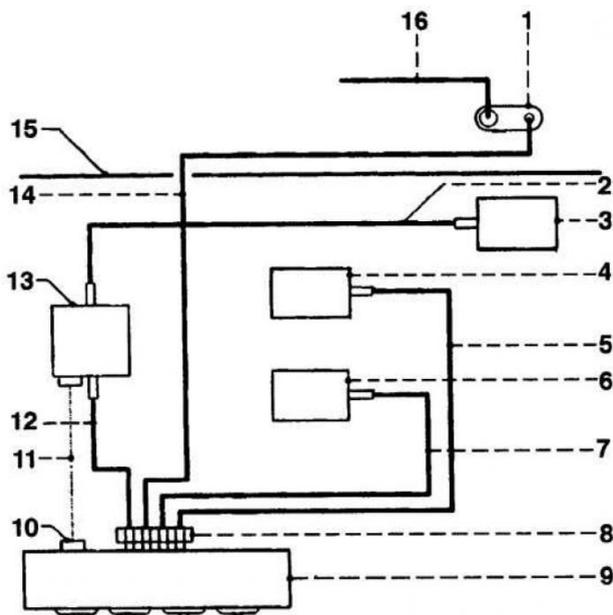


Рис. 4. Схема вакуумной системы управления обогревом и вентиляцией автомобиля Opel Omega B (все двигатели).

1 – Вакуумный резервуар; 2 – Синий вакуумный шланг; 3 – Вакуумный блок, клапан рециркуляции воздуха – Отсоедините кабельные разъемы, сжав, снимите петли крепления и удалите проводку от лицевого панели – Открепите и удалите воздухопроводы; 4 – Вакуумный блок, клапан лобового стекла; 5 – Коричневый вакуумный шланг; 6 – Вакуумный блок, клапан воздуха к ногам; 7 – Зеленый вакуумный шланг; 8 – Коллектор вакуумных шлангов; 9 – Управление отопителем; 10 – Выключатель рециркуляции воздуха; 11 – Проводка соленоидов клапанов, клапан рециркуляции воздуха; 12 – Синий вакуумный шланг; 13 – Соленоид клапана, клапан рециркуляции воздуха; 14 – Желтый вакуумный шланг; 15 – Перегородка моторного отсека; 16 – Шланг снабжений вакуумом.

Fig. 4. Schematic of the vacuum-controlled heating and ventilation system for the Opel Omega B (all engines).

1 – Vacuum reservoir; 2 – Blue vacuum hose; 3 – Vacuum manifold, air recirculation valve – Disconnect the cable connectors, squeeze them, remove the retaining clips, and remove the wiring from the dashboard – Unclip and remove the air ducts; 4 – Vacuum unit, windshield valve; 5 – Brown vacuum hose; 6 – Vacuum unit, footwell air valve; 7 – Green vacuum hose; 8 – Vacuum hose manifold; 9 – Heater control; 10 – Air recirculation switch; 11 – Solenoid valve wiring, air recirculation valve; 12 – Blue vacuum hose; 13 – Solenoid valve, air recirculation valve; 14 – Yellow vacuum hose; 15 – Engine compartment partition; 16 – Vacuum supply hose.

Вакуум в точке 4 составил 430 мм.рт.ст – это говорит о работе регулятора давления топлива и системы вентиляции картерных газов. При повышении оборотов происходило изменение значения вакуума от 300 до 500 мм.рт.ст. – также как и в точке 7 (рисунок 2)

Вакуум в точке 10 (передний клапан системы изменения длины впускного коллектора) отсутствовал, таким образом было выявлена неправильная работа системы изменения геометрии впускного коллектора в части режимов.

При диагностике системы управления отопителем и вентиляции салона проводилась проверка работы системы рециркуляции. Вакуум в точке 3 (рисунок 4) составил 410 мм.рт.ст. при включении режима рециркуляции воздуха, это говорит об исправности блока управления отопителем и электроклапана. Так как шток вакуумного клапана не перемещался и не перемещалась заслонка – был сделан вывод о порванной мембране клапана, клапан впоследствии заменен и система стала работать исправно.

Для сравнения с указанными V-образными моторами было проведено исследование зависимости разряжения во впускном коллекторе от различных неисправностей у рядного четырехцилиндрового двигателя ЗМЗ-406 объемом 2,3 литра. При работе исправного двигателя на холостом ходу разряжение в точке подключения вакуумного усилителя тормозов составляет 520 мм рт. ст (69,3 Кпа), при подсосе воздуха через систему адсорбера (сечение шланга 3 мм, площадь отверстия 7мм^2) разряжение на холостом ходу падало до 250 мм рт. ст. наблюдалась вибрация двигателя. Также моделировался незначительный подсос воздуха (при негерметичном соединении) порядка 3 мм² площадь сечения пробоины – наблюдалось разряжение 320-330 мм рт.ст. При имитации отказа системы зажигания одного цилиндра (отключение высоковольтного провода) – наблюдались колебания стрелки порядка 35 мм рт.ст. При имитации снижения компрессии в одном цилиндре на было замечено колебание стрелки вакуумметра на 100мм рт.ст.

При наличии датчика разряжения и минимум двухканального осциллографа можно провести анализ правильности установ-

ки фаз ГРМ, оценить исправность гидрокомпенсаторов клапанов. Подробно данные изложены в работе [9].

Заключение

На данных примерах можно сделать вывод о том, что однозначные показатели метода вакуумной диагностики вспомогательных систем двигателей, которые связаны вакуумными трубками с вакуумным насосом или впускным коллектором – система изменения геометрии впускного коллектора, механический привод турбины, вакуумные краны отопителя, регулятор давления топлива, системы вентиляции картера.

Таблица 1.

Значения разрежения во впускном коллекторе при возможных неисправностях атмосферных бензиновых двигателей, мм рт. ст.

Table 1. Intake manifold vacuum values for possible malfunctions in naturally aspirated gasoline engines, mmHg

| Неисправность | Рядный двигатель 4цил. | V-образный бцил. |
|---|---|--|
| Исправное состояние | 520 - 500 | 460-440 |
| Небольшой подсос воздуха (площадь отверстия 3 мм ²) | 320 | 370 |
| Сильный подсос воздуха (площадь отверстия 7 мм ²) | 250 Наблюдается вибрация | 120 Трудный пуск, неустойчивая работа |
| Отказ свечи зажигания или пробой высоковольтного провода | Колебания стрелки амплитудой 35 мм рт.ст. | Колебания стрелки амплитудой 25 мм рт.ст. |
| Снижение компрессии в одном цилиндре | Колебания стрелки амплитудой 100 мм рт.ст. | Колебания стрелки амплитудой 70 мм рт.ст. |
| Неисправность поршневых колец (снижение компрессии во всех цилиндрах) | При снижении оборотов с повышенных наблюдается снижение разрежения до 400 мм.рт.ст. | При снижении оборотов с повышенных не наблюдается увеличение разрежения до 550-580мм.рт.ст |
| Прогорел выпускной клапан | Колебание стрелки 80-120 мм рт.ст. | Колебание стрелки 70-100 мм рт.ст. |
| Неплотное закрытие впускного клапана | Колебание стрелки 70-100 мм рт.ст. | Колебание стрелки 50-70 мм рт.ст. |

По итогам проделанной практической работы есть основания говорить о состоятельности предлагаемой методики диагностики автомобильных двигателей с помощью вакуумметра. Плюс данного метода в недорогом приборе и небольшой трудоемкости работ. Безусловно, при глубокой диагностике или неоднозначности показателей данного метода при проверке состояния ЦПГ и ГРМ могут потребоваться дополнительные проверка компрессии двигателя, компьютерной диагностикой двигателя, применение осциллографа с рядом датчиков.

По абсолютным значениям разряжения во впускном коллекторе можно сделать выводы о возможных неисправностях атмосферных двигателей различных конструкций – данные обобщены в таблице 1.

Список литературы

1. Гребенников, А. С. (2002). *Диагностирование автотракторных двигателей динамическим методом*. Саратов: Саратовский государственный технический университет. 196 с.
2. Корчагин, В. А., Ризаева, Ю. Н., Горбань, М. В., & Гончаров, О. Ю. (2013). Сравнительная оценка уровня экологической опасности автотранспортных средств. В: А. Н. Новиков (Ред.), *Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса: материалы 3-й Международной научно-практической конференции* (с. 261–265). EDN: <https://elibrary.ru/UNGVRH>
3. Сулейманова, З. Ф., & Гужин, И. Н. (2021). Современное оборудование для диагностики автомобилей. В: *Проблемы технического сервиса в АПК: сборник научных трудов* (с. 302–306). Кинель: Издательский центр Самарского ГАУ. EDN: <https://elibrary.ru/APPTNY>
4. Рытиков, Д. С., & Юхин, И. А. (2017). Диагностика цилиндропоршневой группы дизельных и газовых двигателей автобусов. *Новая наука: стратегии и векторы развития*, 2(2), 144–151. EDN: <https://elibrary.ru/XVGYZZ>
5. Гребенников, С. А., Гребенников, А. С., Киселев, Г. О., Рогожин, А. В., & Усов, А. Н. (2020). Методология бестормозного диагностирования кривошипно-шатунного механизма ДВС. *Техническое регулирование в транспортном строительстве*, (3/42), 147–155. EDN: <https://elibrary.ru/XBHUUI>
6. Лемешева, Е. В., Митин, С. С., & Кондрико, А. Ю. (2015). Анализ известных способов диагностирования двигателей внутреннего сгорания. *Альтернатив-*

- ные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования, 2(2), 445–449. <https://doi.org/10.12737/19307>. EDN: <https://elibrary.ru/LVSBZX>
7. Крашенинников, С. В. (2013). Современные подходы к диагностированию дизельных двигателей внутреннего сгорания. *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*, (2/12), 59–68. EDN: <https://elibrary.ru/PYVTPZ>
 8. Дрожневский, А. Г., Вандакурова, А. С., & Курносов, А. Ф. (2018). Анализ современных методов диагностирования цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания. В: *Материалы X региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвящённой памяти доцента М. А. Анфиногенова* (с. 88–91). Новосибирский государственный аграрный университет. EDN: <https://elibrary.ru/YPKELR>
 9. Бабошин, А. А., Косарев, А. С., & Малышев, В. С. (2013). Оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания по давлению во впускном и выпускном коллекторах. *Вестник МГТУ*, 16(1), 23–32. EDN: <https://elibrary.ru/RHMBMF>
 10. Медведева, Е. В., Каледа, В. Н., & Каледа, И. А. (2022). Методы и приборы для диагностирования цилиндропоршневой группы ДВС. В: *Транспорт. Экономика. Социальная сфера (актуальные проблемы и их решения): сборник статей IX Международной научно-практической конференции* (с. 156–161). Пенза. EDN: <https://elibrary.ru/RZJWAS>
 11. Морозов, А. А., Гужин, И. Н., & Толокнова, А. Н. (2021). Современные методы диагностирования автомобилей. В: *Проблемы технического сервиса в АПК: сборник научных трудов* (с. 369–371). Кинель: Издательский центр Самарского ГАУ. EDN: <https://elibrary.ru/YSNXIZ>
 12. Бойков, А. Ю. (2008). *Повышение информативности компрессионно-вакуумного метода диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных ДВС* (Автореферат кандидатской диссертации, Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина). 16 с. EDN: <https://elibrary.ru/NQDSVN>
 13. Халиуллин, Ф. Х., Ахметзянов, И. Р., Шириязданов, Р. Р., & Халиуллин, А. Ф. (2016). *Прибор для диагностики двигателя внутреннего сгорания по переходным характеристикам* (Патент RU 160474 U1). EDN: <https://elibrary.ru/VXVNSR>
 14. Обозов, А. А., & Таричко, В. И. (2012). Развитие методов и систем технического диагностирования ДВС. *Двигателестроение*, (4/250), 30–34. EDN: <https://elibrary.ru/PNPXZX>

15. Sklyarov, M., & Yarita, O. (2010). Theoretical research of vacuum strengtheners of one chamber motor-car brakes. *Автомобильный транспорт (Харьков)*, (26), 12–16. EDN: <https://elibrary.ru/NDWZZL>
16. Сазонов, Д. С., Журавлева, Е. А., & Гордеев, И. Е. (2022). Технические средства диагностирования топливной системы Commonrail. В: *Проблемы технического сервиса в АПК: сборник научных трудов* (с. 49–52). Кинель: Издательский центр Самарского ГАУ. EDN: <https://elibrary.ru/QORACA>
17. Шкилев, Д. А., Семькина, А. С., & Загородний, Н. А. (2018). Способы определения технического состояния вакуумного усилителя тормозов. *Современные материалы, техника и технологии*, (2/17), 123–128. EDN: <https://elibrary.ru/UPLJGI>

References

1. Grebennikov, A. S. (2002). *Diagnostics of automotive and tractor engines using the dynamic method*. Saratov: Saratov State Technical University. 196 p.
2. Korchagin, V. A., Rizaeva, Yu. N., Gorban, M. V., & Goncharov, O. Yu. (2013). Comparative assessment of the environmental hazard level of motor vehicles. In A. N. Novikov (Ed.), *Current issues of innovative development of the transport complex: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference* (pp. 261–265). EDN: <https://elibrary.ru/UNGVRH>
3. Suleymanova, Z. F., & Guzhin, I. N. (2021). Modern equipment for vehicle diagnostics. In *Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers* (pp. 302–306). Kinel: Publishing Center of Samara State Agrarian University. EDN: <https://elibrary.ru/APPTHY>
4. Rytikov, D. S., & Yukhin, I. A. (2017). Diagnostics of the cylinder-piston group of diesel and gas engines in buses. *New Science: Strategies and Development Vectors*, 2(2), 144–151. EDN: <https://elibrary.ru/XVGYZZ>
5. Grebennikov, S. A., Grebennikov, A. S., Kiselev, G. O., Rogozhin, A. V., & Usov, A. N. (2020). Methodology of brake-free diagnostics of the crank mechanism of internal combustion engines. *Technical Regulation in Transport Construction*, (3/42), 147–155. EDN: <https://elibrary.ru/XBHUII>
6. Lemesheva, E. V., Mitin, S. S., & Kondriko, A. Yu. (2015). Analysis of known methods for diagnosing internal combustion engines. *Alternative Energy Sources in the Transport and Technology Complex: Problems and Prospects of Rational Use*, 2(2), 445–449. <https://doi.org/10.12737/19307>. EDN: <https://elibrary.ru/LVSBZX>
7. Krashennnikov, S. V. (2013). Modern approaches to diagnosing diesel internal combustion engines. *Bulletin of Novosibirsk State Pedagogical University*, (2/12), 59–68. EDN: <https://elibrary.ru/PYVTPZ>

8. Drozhnevsky, A. G., Vandakurova, A. S., & Kurnosov, A. F. (2018). Analysis of modern methods for diagnosing the cylinder-piston group of an internal combustion engine. In *Proceedings of the 10th Regional Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates, and Young Researchers, dedicated to the memory of Associate Professor M. A. Anfinogenov* (pp. 88–91). Novosibirsk State Agrarian University. EDN: <https://elibrary.ru/YPKELR>
9. Baboshin, A. A., Kosarev, A. S., & Malyshev, V. S. (2013). Assessment of the technical condition of internal combustion engines based on pressure in the intake and exhaust manifolds. *Bulletin of MSTU*, 16(1), 23–32. EDN: <https://elibrary.ru/RHMBMF>
10. Medvedeva, E. V., Kaleda, V. N., & Kaleda, I. A. (2022). Methods and instruments for diagnosing the cylinder-piston group of internal combustion engines. In *Transport. Economy. Social sphere (urgent problems and their solutions): Collection of papers from the 9th International Scientific and Practical Conference* (pp. 156–161). Penza. EDN: <https://elibrary.ru/RZJWAS>
11. Morozov, A. A., Guzhin, I. N., & Toloknova, A. N. (2021). Modern methods of vehicle diagnostics. In *Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers* (pp. 369–371). Kinel: Publishing Center of Samara State Agrarian University. EDN: <https://elibrary.ru/YSNXIZ>
12. Boykov, A. Yu. (2008). *Improving the informativeness of the compression-vacuum method for diagnosing the cylinder-piston group of automotive and tractor internal combustion engines* (PhD thesis abstract, Moscow State Agroengineering University named after V. P. Goryachkin). 16 p. EDN: <https://elibrary.ru/NQDSVN>
13. Khaliullin, F. Kh., Akhmetzyanov, I. R., Shiriyazdanov, R. R., & Khaliullin, A. F. (2016). *Device for diagnosing an internal combustion engine based on transient characteristics* (Patent RU 160474 U1). EDN: <https://elibrary.ru/VXVNSR>
14. Obozov, A. A., & Tarichko, V. I. (2012). Development of methods and systems for technical diagnostics of internal combustion engines. *Engine Building*, (4/250), 30–34. EDN: <https://elibrary.ru/PNPXZX>
15. Sklyarov, M., & Yarita, O. (2010). Theoretical research of vacuum strengtheners of one-chamber motor car brakes. *Avtomobilnyy Transport (Kharkov)*, (26), 12–16. EDN: <https://elibrary.ru/NDWZZL>
16. Sazonov, D. S., Zhuravleva, E. A., & Gordeev, I. E. (2022). Technical means for diagnosing the Common Rail fuel system. In *Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers* (pp. 49–52). Kinel: Publishing Center of Samara State Agrarian University. EDN: <https://elibrary.ru/QORACA>
17. Shkilev, D. A., Semykina, A. S., & Zagorodniy, N. A. (2018). Methods for determining the technical condition of a vacuum brake booster. *Modern Materials, Equipment, and Technologies*, (2/17), 123–128. EDN: <https://elibrary.ru/UPLJGI>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ**Гончаров Олег Юрьевич**, преподаватель колледжа*Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского федерального университета**ул. Московская, 31, г. Пятигорск, Российская Федерация**smart30001@yandex.ru***DATA ABOUT THE AUTHOR****Oleg Yu. Goncharov**, College Lecturer*North Caucasus Federal University, Pyatigorsk Institute (branch)**31, Moskovskaya Str., Pyatigorsk, Russian Federation**smart30001@yandex.ru*

Поступила 19.12.2025

После рецензирования 25.02.2026

Принята 01.03.2026

Received 19.12.2025

Revised 25.02.2026

Accepted 01.03.2026