

Диагностика неисправностей двигателя измерением компрессии в цилиндрах

Измерение компрессии в цилиндрах является наиболее простым и дешевым, а потому широко распространенным способом диагностирования двигателя.

Компрессометр представляет собой манометр с обратным клапаном и заворачивается вместо свечи зажигания у бензинового двигателя или свечи накаливания у дизеля. Простота и доступность этого прибора сделали его практически «универсальным» средством и для определения неисправностей двигателя и для оценки его технического состояния в целом. К сожалению, это весьма распространенное заблуждение. При всей простоте способа полученные результаты нередко требуют определенного объяснения, иначе можно сделать совершенно неверные выводы. Наиболее характерный пример — измерение компрессии в бензиновом двигателе с пробегом в 230–250 тыс. км дает 1,1–1,2 МПа, что не только соответствует норме, но и близко к уровню нового двигателя. В то же время расход масла может превышать 1500–2000 г на 1000 км пробега. Таким образом, в данном примере результаты измерения компрессии могут ввести в заблуждение, причем подобных примеров много.

Рассмотрим влияние различных факторов на компрессию. Очевидно, что максимальное её значение будет при минимальных утечках газов из цилиндра, что соответствует следующим условиям:

- цилиндр идеально круглый;
- поверхность цилиндра не имеет продольных рисок;
- поршневые кольца идеально прилегают к поверхности цилиндра;
- величина зазора в замках колец близка к нулю;
- торцевые поверхности колец идеально соответствуют торцевым поверхностям канавок поршня;
- тарелки клапанов идеально прилегают к седлам.

Указанные факторы являются эксплуатационными и определяют отсутствие или наличие утечек воздуха из цилиндра.

С другой стороны, на количество воздуха, поступающего в цилиндр, влияют (в сторону увеличения):

- полностью открытое положение дроссельной заслонки;
- чистый воздушный фильтр;
- продолжительность фаз впуска и выпуска, зависящее, например, от зазоров в механизме привода клапанов;
- малое перекрытие клапанов (имеется в виду на той частоте вращения, при которой выполняется проверка компрессии).

Очевидно, чем больше воздуха поступает в цилиндр, тем меньше влияют на компрессию утечки, особенно при возрастании частоты вращения, когда уменьшается время, в течение которого происходят эти утечки.

Помимо указанных, на давление (компрессию) влияют:

- температура двигателя (повышает компрессию);
- масло, прошедшее через маслосъемные колпачки, поршневые кольца, уплотнения турбокомпрессора (повышает компрессию, т. к. уплотняет зазоры в сопряженных деталях);
- топливо, поступившее в цилиндр в виде капель (понижает компрессию, т.к. смывает масло с деталей и не обладает, в отличие от масла, уплотняющими свойствами из-за малой вязкости);

- негерметичность обратного клапана Компрессометра или магистрали от клапана до манометра (уменьшает компрессию).

Большое число факторов, влияющих на максимальное давление в цилиндре, может существенно изменить результаты измерений. Упомянутый выше пример со старым изношенным двигателем, имеющим высокую (более 1,1 МПа) компрессию, можно дополнить новым двигателем с малым пробегом и компрессией менее 0,5 МПа. Этот двигатель не имеет никаких неисправностей механической части — просто из-за неисправности системы управления в цилиндры поступило очень большое количество топлива, которое «смыло» масло со стенок деталей, чем и вызвало такой «дефект».

Указанные примеры подтверждают необходимость очень осторожного обращения не только с результатами, но и с методикой измерения компрессии. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

При измерении компрессии следует соблюдать несколько условий:

- двигатель должен быть «теплым»;
- желательно отключить подачу топлива в цилиндры (отключив бензонасос, форсунки или другим способом), особенно, если есть вероятность обогащения смеси;
- необходимо вывернуть свечи во всех цилиндрах;
- аккумуляторная батарея должна быть полностью заряжена, а стартер исправен.

Измерение компрессии можно выполнять как при полностью открытой, так и закрытой дроссельной заслонке. Каждый из этих способов определяет «свои» дефекты.

Если заслонка полностью закрыта, то в цилиндры поступает малое количество воздуха. Максимальное давление в цилиндре оказывается невелико (порядка 0,6–0,8 МПа) из-за малого давления в коллекторе (0,05–0,06 МПа вместо 0,1 МПа при полностью открытом дросселе). Утечки при закрытой заслонке также оказываются малы из-за малого перепада давления, но даже при этом соизмеримы с поступлением воздуха. Вследствие этого величина компрессии в цилиндре оказывается очень чувствительной к утечкам — даже из-за незначительной причины давление падает сразу в несколько раз.

При полностью открытом дросселе этого не происходит. Значительное увеличение количества поступившего в цилиндры воздуха приводит и к росту компрессии, однако утечки, несмотря на их небольшой рост, становятся значительно меньше подачи воздуха. Вследствие этого компрессия даже при серьезных дефектах может еще не упасть до недопустимого уровня (например, до 0,8–0,9 МПа у бензинового двигателя).

Исходя из особенностей различных вариантов измерения компрессии, можно дать некоторые рекомендации по их использованию.

Измерения компрессии с полностью открытой заслонкой позволяют обнаружить:

- поломки и прогары поршней;
- зависание (закоксовывание) колец в канавках поршня;
- деформации или прогар клапанов;
- серьезные повреждения (задиры) поверхности цилиндра.

Измеряя компрессию с закрытой заслонкой, удается определить:

- не вполне удовлетворительное прилегание клапана к седлу;
- зависание клапана (из-за неправильной сборки механизма привода клапана с гидротолкателем);
- дефекты профиля кулачка распределительного вала в конструкциях с гидротолкателями (например, износ, биение тыльной стороны кулачка).

При измерениях следует учитывать динамику нарастания давления. Так, если на первом такте величина давления, регистрируемого Компрессометром, низкая (0,3–0,4 МПа), а при

последующих тактах резко возрастает — это свидетельствует об износе поршневых колец (проверяется заливкой в цилиндр через свечное отверстие 5–10 см³ свежего масла). Напротив, если на первом такте достигается умеренное давление (0,7–0,9 МПа), а при последующих тактах эта величина практически не растет — это косвенно свидетельствует о наличии утечек (клапаны, прокладка, трещина в головке и т.п.).

Проводя измерения компрессии, в большинстве случаев следует рассматривать полученные результаты, как относительные, т. е. неисправные цилиндры сравниваются с исправными, а абсолютное значение компрессии не оценивается. Это позволяет исключить ошибки, при оценке технического состояния в целом исправного двигателя. Тем не менее, измерение величины абсолютной компрессии для получения косвенной информации о техническом состоянии двигателя может быть рекомендовано в следующих случаях:

- наличия данных о величине компрессии этого двигателя, полученных на более ранних интервалах его эксплуатации (например, 40 тыс., 100 тыс., 150 тыс. км и т.п.) при полной исправности систем топливоподачи и запуска;
- наличия большой базы статистических данных (замеры компрессии на разных интервалах эксплуатации) для данной модели двигателя. При этом замеры должны быть произведены в одинаковых условиях (температура масла, частота вращения коленчатого вала, температура окружающего воздуха, полная исправность всех систем двигателя и т. д.).

Наиболее быстро и эффективно проверку величины компрессии позволяют осуществить современные мотортестеры. В этом случае происходит измерение амплитуды пульсации тока, потребляемого стартером при прокрутке коленчатого вала. Преимуществом данного метода является быстрота, одновременное измерение по всем цилиндрам за один цикл (10–15 с прокрутки стартером), отсутствие необходимости выкручивания свечей, что особенно удобно при диагностике многоцилиндровых двигателей. Недостаток метода — получение в большинстве случаев только величины относительной (в процентах к лучшему цилиндру) компрессии. Лишь самые дорогие мотортестеры способны измерять абсолютное значение пика тока на каждый цилиндр, однако эта величина также нуждается в сопоставлении с действительным давлением.

Практика показывает, что взаимное влияние большого числа факторов на абсолютное значение компрессии столь велико, что результаты измерения могут быть неправильно или произвольно истолкованы и ввести в заблуждение. Поэтому для определения технического состояния в целом исправного и устойчиво работающего двигателя только измерения компрессии недостаточно. В таких случаях оно должно применяться в комплексе с другими способами и средствами диагностики.