

Школа диагностики Андрея Шульгина. Скрипт РХ версии 3



Скрипт Рх при помощи датчика давления, вкрученного на место свечи зажигания, позволяет проверить характеристики цилиндра, впускного и выпускного трактов, системы регулирования угла опережения зажигания и оценить взаимное влияние этих систем друг на друга.

Скрипт позволяет:

- проверить герметичность цилиндра, которая может ухудшаться из-за износа поршневых колец и зеркала цилиндра, неплотного закрытия, неверного теплового зазора или прогара клапана ГРМ, негерметичности прокладки головки блока цилиндров, трещин в камере сгорания, в поршне, в цилиндре;
- оценить геометрическую степень сжатия, причиной изменения которой могут быть наличие большого количества нагара на днище поршня и в камере сгорания, согнутый шатун вследствие гидроудара, либо установка «неродного» коленчатого вала или деталей цилиндропоршневой группы;
- автоматически измерить реальные фазы газораспределения (углы открытия / закрытия впускного и выпускного клапанов);
- в виде анимации показать реальный процесс газообмена, происходящий в цилиндре во время проведения измерения (при этом учитываются влияние измеренных фаз газораспределения, характеристики впускного и выпускного трактов и др.);
- выявить недостаточную наполняемость цилиндра свежей смесью и установить её причины (неоптимальные фазы газораспределения или геометрия впускного тракта, недостаточная пропускная способность воздушного фильтра или дроссельной заслонки, плохая очистка цилиндра от отработавших газов вследствие неудовлетворительной работы выпускной системы);

- оценить результат работы систем, способствующих увеличению наполнения цилиндра воздухом (турбонагнетатель, механический нагнетатель, системы изменения фаз газораспределения (Vanos, VVT...), изменения высоты подъёма клапанов ГРМ (VTEC...), изменения геометрии впускного тракта, резонаторы впускного тракта);
- оценить коэффициент полезного действия турбины (баланс между дополнительным сопротивлением, создаваемым турбинным колесом турбонагнетателя, и дополнительным наддувом воздуха, создаваемым компрессорным колесом турбонагнетателя);
- выявить недопустимо большое наполнение цилиндра вследствие неправильной работы механического или турбонагнетателя (может стать причиной прогорания поршня);
- выявить повышенные затраты мощности двигателя на очистку цилиндра от отработавших газов с вычетом затрат на полезную работу турбонагнетателя (плохая пропускная способность выпускного тракта, например, из-за закупорки обломками разрушенного катализатора, слишком раннее закрытие выпускного клапана, недостаточная высота подъёма выпускного клапана на такте выпуска, либо на автомобиле установлена неподходящая выпускная система);
- проверить Углы Опережения Зажигания (УОЗ) и выявить режимы работы двигателя, на которых УОЗ позже оптимального либо раньше оптимального. При этом учитываются измеренная геометрическая степень сжатия и наполнение цилиндра;
- проконтролировать, правильно ли диагност выполнил тест.

Для проведения данного теста достаточно на место свечи зажигания установить датчик давления, а к высоковольтному проводу этого цилиндра подключить разрядник и датчик синхронизации.

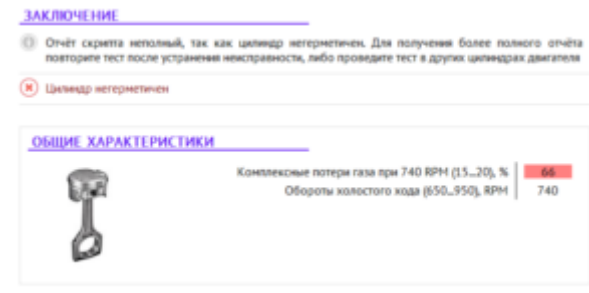


Отчёт скрипта Rx состоит из несколько вкладок с результатами измерений, представленными в текстовой, табличной, графической и анимационной форме. Кроме того, скрипт анализирует результаты измерений и самостоятельно ставит диагноз, ознакомиться с которым можно в разделе “Заключение” вкладки “Результаты анализа”.

ДИАГНОСТИКА	
История измерений на автомобиле	
ДВИГАТЕЛЬ	<p>Калибровка датчика газа при 1200 RPM (21.28% N) 18</p> <p>Параметры компьютерной системы сканирования P (L, H) 11,21</p> <p>Обороты двигателя при 2000 RPM (50%) 600</p> <p>Фазы газораспределения при 1000 RPM</p> <p>Угол опережения закрытия клапана (°) 21.21 182</p> <p>Угол опережения открытия клапана (°) 21.21 182</p> <p>Угол опережения открытия клапана (°) 21.21 182</p> <p>Угол опережения открытия клапана (°) 21.21 182</p>
ВПУСКНОЙ ТРАКТ	<p>Максимальная скорость на холостом ходу при 1200 RPM (21.28% N) 50</p> <p>Нормированные абсолютные значения</p> <p>при 1200 RPM (21.28% N) 80</p> <p>при 1200 RPM (21.28% N) 80</p> <p>при 1500 RPM (31.43% N) 105</p> <p>при 2000 RPM (41.94% N) 132</p> <p>при 3000 RPM (62.81% N) 140</p>
ИЗЫСКАНИЕ ФАЗ	<p>Параметры фаз газораспределения</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 7</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 8</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 10</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 18</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 17</p>
УГОЛ ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ	<p>на холостом ходу при 1200 RPM (21.28% N) 10</p> <p>на холостом ходу при 1200 RPM (21.28% N) 10</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 10</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 10</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 10</p> <p>при 1000 RPM (21.28% N) 10</p>

Эту вкладку можно распечатать на принтере и предоставить клиенту.

Рассмотрим отчёт скрипта Rx, полученный на автомобиле Audi A6 с двигателем 2.4 V6 AGA.



Величина потерь газа здесь составила 66% и вышла далеко за пределы типового диапазона 15...20 %. В результате, скрипт поставил диагноз “Цилиндр негерметичен”.

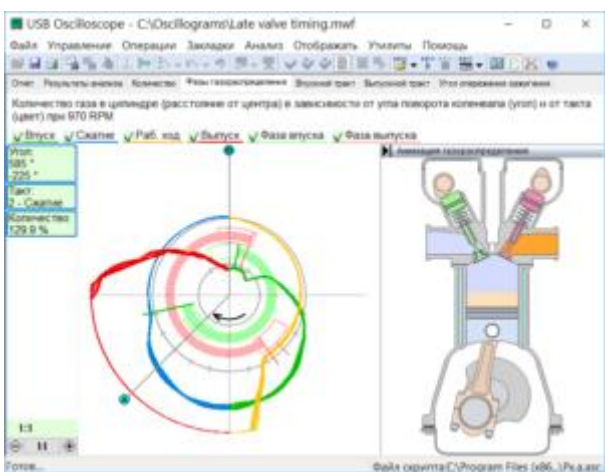
Кроме того, скрипт может идентифицировать некоторые причины возникновения негерметичности. Это зажатый выпускной клапан



и подвисающий клапан газораспределительного механизма.



Скрипт Rx измеряет и отображает фактические фазы газораспределения путём построения и автоматического анализа диаграммы количества газа в цилиндре. Диаграмма оснащена интерактивной анимацией, наглядно демонстрирующей реальный процесс газообмена в цилиндре. При её построении автоматически учитываются начальная установка распредвалов, растянутость и провисание приводной цепи / ремня ГРМ, величина тепловых зазоров в клапанном механизме, форма и износ кулачков распредвала, работа системы изменения фаз газораспределения.



Но, при повседневной работе со скриптом вовсе необязательно исследовать эту диаграмму вручную, так как скрипт самостоятельно измеряет углы открытия и закрытия клапанов и оценивает их влияние на работу двигателя. В первую очередь оценивается наполняемость цилиндра свежей топливо-воздушной смесью; ведь именно этот параметр ограничивает максимальные мощность и вращающий момент двигателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Обнаружены нетипичные фазы газораспределения
- Недостаточное наполнение цилиндра при 1000...6000 RPM (вероятно из-за нетипичных фаз газораспределения или геометрии впускного тракта)

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Комплексные потери газа при 870 RPM (15...20), %	16
Оценочная геометрическая степень сжатия (9:1...11:1)	10.1:1
Обороты коленчатого вала (650...850), RPM	870
Фазы газораспределения при 970 RPM	
Угол открытия выпускного клапана (120...150), °	145
Угол закрытия выпускного клапана (350...385), °	382
Угол открытия впускного клапана (335...370), °	371
Угол закрытия впускного клапана (570...600), °	617

По данному двигателю скрипт поставил диагноз “Недостаточное наполнение цилиндра...”, и установил причину этого, “Обнаружены нетипичные фазы газораспределения”, а именно – измеренный угол закрытия впускного клапана вышел за пределы типового диапазона 570...600 °. Этот диагноз чаще всего указывает на неправильную начальную установку впускного распредвала. Слишком позднее закрытие впускного клапана приводит к тому, что в конце фазы впуска существенная часть смеси выталкивается из цилиндра обратно во впускной коллектор. В результате, после закрытия впускного клапана в цилиндре оказывается значительно меньше воздуха и меньше топлива чем могло бы быть, и значительно больше отработавших газов. Из-за этого мощность двигателя заметно снижается.

Таким образом, по одной лишь вкладке “Результаты анализа” видно, что эффективность работы двигателя во всём диапазоне оборотов снижена, и тут же определена причина этого – неоптимальные фазы газораспределения.

При необходимости, с результатами проверки наполняемости цилиндра можно ознакомиться в табличном и графическом виде. Например, для рассмотренного выше двигателя данные вкладки отчёта выглядят следующим образом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Обнаружены нетипичные фазы газораспределения
- Недостаточное наполнение цилиндра при 1000...6000 RPM (вероятно из-за нетипичных фаз газораспределения или геометрии впускного тракта)

ВПУСКНОЙ ТРАКТ



Наполнение цилиндра на холостом ходу при 870 RPM (10...45), %	25
Максимальное наполнение цилиндра	
при 1000 RPM (80...101), %	66
при 1500 RPM (83...104), %	70
при 2000 RPM (86...107), %	71
при 2500 RPM (89...110), %	77
при 3000 RPM (92...113), %	78
при 3500 RPM (95...116), %	87
при 4000 RPM (98...119), %	88
при 4500 RPM (101...122), %	90
при 5000 RPM (104...125), %	97
при 5500 RPM (107...128), %	100
при 6000 RPM (110...131), %	97

По таблице видно, что при всех оборотах двигателя измеренные значения наполнения находятся ниже типового диапазона.

Впускной тракт. Наполнение цилиндра свежей смесью на такте впуска (по вертикали) в зависимости от оборотов двигателя (по горизонтали) и от нагрузки (цвет)

нагр. 30 % нагр. 40 % нагр. 50 % нагр. 60 % нагр. 70 % нагр. 80 % нагр. 90 % нагр. 100 %



При этом, фрагменты диаграммы красного цвета (соответствуют резкой перегазовке) располагаются ниже пределов типовой зоны.

Рассмотрим пример результатов тестирования исправного двигателя автомобиля Ford Focus II, оснащённого турбонаддувом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

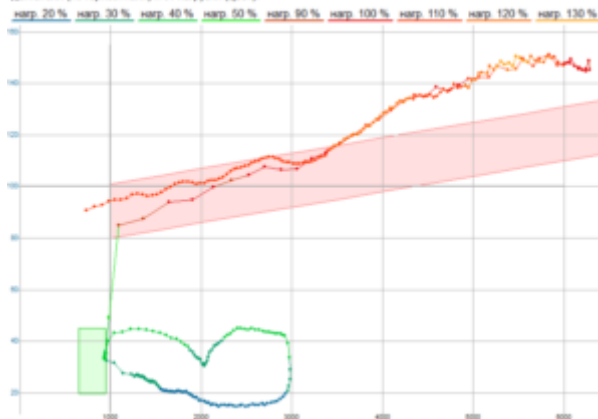
Обнаружено избыточное наполнение цилиндра при 3300...6500 RPM

ВПУСКНОЙ ТРАКТ



Наполнение цилиндра на холостом ходу	
при 930 RPM (20...45), %	34
Максимальное наполнение цилиндра	
при 1000 RPM (80...101), %	87
при 2000 RPM (86...107), %	97
при 3000 RPM (92...113), %	108
при 3500 RPM (95...116), %	136
при 4000 RPM (98...119), %	128
при 4500 RPM (101...122), %	136
при 5000 RPM (104...125), %	142
при 5500 RPM (107...128), %	147
при 6000 RPM (110...131), %	148
при 6500 RPM (113...134), %	145

Впускной тракт. Наполнение цилиндра свежей смесью на такте впуска (по вертикали) в зависимости от оборотов двигателя (по горизонтали) и от нагрузки (цвет)



По полученным результатам видно, что турбина начинает работать на оборотах выше 3000 RPM и увеличивает отдаваемый двигателем вращающий момент приблизительно на 20 % в диапазоне оборотов 4000...6000 RPM.

Скрипт тестирует ещё одну важную систему двигателя – выпускную. При этом оценивается пропускная способность выпускной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плоское наполнение цилиндра при 1500...3000 RPM

(вызвано из-за большого сопротивления выпускного тракта)

Большое сопротивление выпускного тракта при 1000...3000 RPM

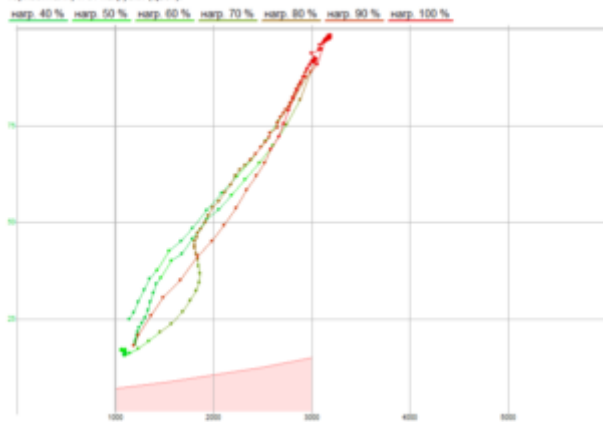
ВЫПУСКНОЙ ТРАКТ



Потери мощности на такте выпуска	
при 1000 RPM (0...7), %	19
при 1500 RPM (0...9), %	31
при 2000 RPM (0...11), %	49
при 2500 RPM (0...13), %	72
при 3000 RPM (0...15), %	87

Здесь из отчёта скрипта видно, что закупорка выпускного тракта не только привела к повышению затрат мощности на такте выпуска, но и ухудшила наполняемость цилиндра свежей смесью. Так получается из-за того, что в цилиндре освобождается значительно меньшая часть пространства, которая на такте впуска может быть заполнена топливо-воздушной смесью. Ухудшение наполняемости цилиндра в свою очередь, приводит к снижению отдаваемой цилиндром мощности. В итоге получается, что при оборотах двигателя чуть выше 3300 RPM вся развиваемая двигателем мощность затрачивается на очистку цилиндра от отработавших газов на такте выпуска и обороты двигателя не могут более увеличиваться. Более наглядно это видно по диаграмме.

Выпускной тракт Потери мощности на такте выпуска (по вертикали) в зависимости от оборотов двигателя (по горизонтали) и от нагрузки (цвет)



Если в процессе измерений задействовать датчик синхронизации, то дополнительно проверяются ещё и углы опережения зажигания. Данный способ измерения является наиболее точным, так как сопоставляются реальный момент искрообразования (измеряется при помощи датчика синхронизации) с реальной верхней мёртвой точкой (пик давления в цилиндре). При этом УОЗ контролируется не только при работе двигателя на холостом ходу, но и на остальных режимах работы двигателя.

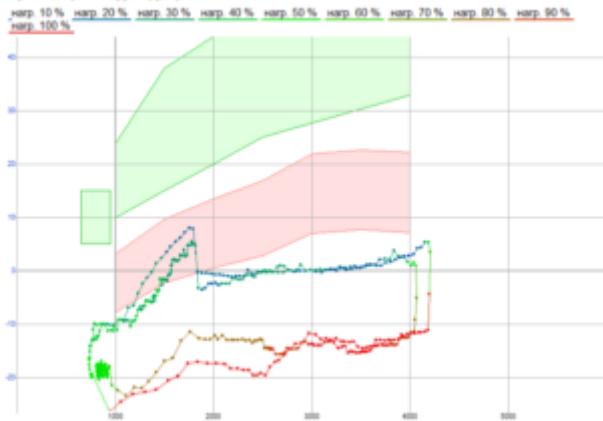
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ❌ Слишком поздний угол опережения зажигания
 - на холостом ходу
 - на максимальной нагрузке при 1000-4000 RPM

УГОЛ ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ

на холостом ходу при 840 RPM (5-15), °	-17
на максимальной нагрузке при 1000 RPM (-8-3), °	-23
при 1500 RPM (-2-10), °	-19
при 2000 RPM (1-14), °	-17
при 2500 RPM (5-17), °	-18
при 3000 RPM (7-22), °	-13
при 3500 RPM (8-23), °	-14
при 4000 RPM (7-22), °	-12

Угол опережения зажигания. Угол опережения зажигания (по вертикали) в зависимости от оборотов двигателя (по горизонтали) и от нагрузки (цвет)



Показанный выше пример демонстрирует неправильную начальную установку УОЗ. Но, обратите внимание на то, что он получен на автомобиле Mitsubishi Lancer IX 2007-го года выпуска с двигателем 4G18 рабочим объёмом 1.6, где регулировка УОЗ не предусмотрена конструктивно, так как он не оснащён механическим распределителем зажигания.

Как выяснилось впоследствии, здесь был неправильно установлен задающий зубчатый диск датчика положения коленвала.

Школа диагностики Андрея Шульгина