

ДИАГНОСТИКА НА ДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩТА НА ДАТЧИК ЗА НАЛЯГАНЕ

Издадено на 2 Юни 2017 г.

Положението на характерните точки и участъци на графиката на налягането в цилиндъра на един бензинов двигател позволява да се определи взаимното положение на колянвия и газо-разпределителните валове, а измерването и сравнението на стойностите на абсолютното налягане в цилиндъра в някои характерни точки, позволява да се определи състоянието на уплътненията на цилиндъра. Големината на налягането в Горна Мъртва Точка (ГМТ) на изправен четири цилиндров двигател се колебае между 4.5 и 6 бара. По-малките стойности говорят, че може да има сериозни механични дефекти в изследвания цилиндър, а по-големите – повод да се потърси от къде влиза допълнителен въздух или причината за по-голямото натоварване на двигателя.

По време на такта на засмукване на гориво въздушната смес, разреждането в цилиндъра достига 0,65...0,75 бара и е по-голямо по абсолютна стойност от средното разреждане във входния всмукателен колектор. На такта на изпускане на изгорелите газове, стойността на налягането в цилиндъра практически не превишава атмосферното. Повишаването на това налягане може да бъде предизвикано от запушване на каналите на изпускателния колектор, малък ход на отваряне на изпускателния клапан, запушен катализатор, гърне или ауспуха като цяло.

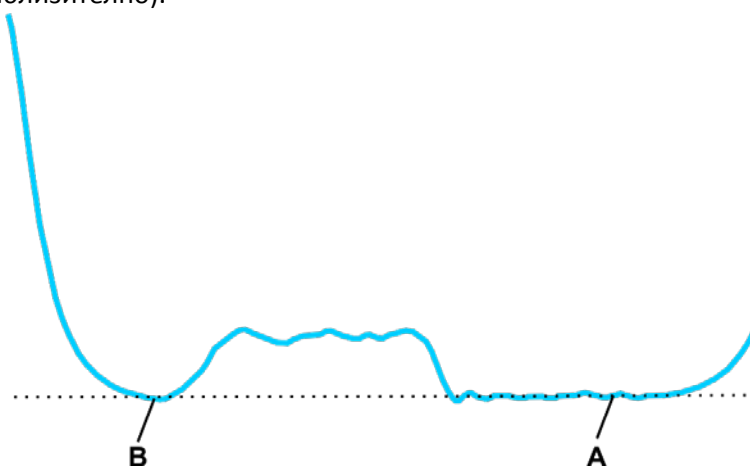
1. Характерни особености при разчитане на измерената осцилограма

Осцилограмата на налягането в цилиндъра позволява да се определи:

- Истинският ъгъл на предварение на запалването по съотношението между ГМТ и високоволтовият импулс на напрежение. За целта освен датчик за налягане в цилиндъра на втори канал на осцилоскопа, трябва да се включи индуктивна сонда, която е свързана към високоволтовия кабел на изследвания цилиндър.

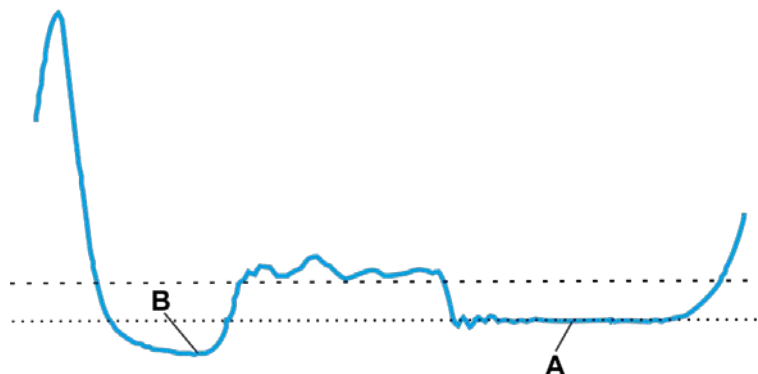
Трябва да се отбележи, че полученият по такъв начин ъгъл се явява реален и може да не съвпада с ъгъла, който се чете от кодочетеца. Ако има голямо разминаване на двете стойности е добре да се провери диска на колянвия вал.

- Състоянието на механичната част на двигателя по разликата в налягането преди и след компресията (приблизително).



Фиг.1. Нормална работа

При изправен двигател налягането в точка **A** трябва да бъде приблизително равно на налягането в точка **B**. Ако в цилиндъра има сериозни механични дефекти (прегорял клапан, счупени сегменти, неизправност в механизма на газоразпределението), то налягането в точка **A** ще бъде забележимо по-голямо в сравнение на налягането в точка **B** поради значителна утечка на компресираните в цилиндъра газове. Такъв пример е показан по-долу:



Фиг.2. Механичен проблем в цилиндъра

- Правилното положение на изпускателния разпределителен вал по ъгъла на отваряне на изпускателния клапан.

Необходимо е използването на 720 градусова измервателна линия на автомобилния осцилоскоп, който се използва, за да се извърши този тест. Измерва се ъгъла между GMT до момента на отваряне на изпускателния клапан. На повечето двигатели този ъгъл е между 140 и 145 градуса, а само на някои двигатели Опел, този ъгъл е 160 градуса.

- Правилното положение на всмукателния разпределителен вал по положението на застъпване на клапаните и момента на отваряне на всмукателния клапан. Моментът на затваряне на всмукателния клапан на осцилограмата на налягането в цилиндъра трябва да се намира примерно на 580 градуса. Правилното зацепване на всмукателният разпределителен вал може да се определи както по положението на застъпване на клапаните, така и в момента на затварянето (580°) на всмукателния клапан.

-Състоянието на направляващата втулка на изпускателния клапан по формата на осцилограмата. Участъка на осцилограмата през периода от време, през което изпускателният клапан се отваря напълно трябва да бъде колкото се може по-гладък. Наличието на неравности (пулсации) е указател, че има значително износване на направляващата втулка на изпускателния клапан. Това е показано на осцилограмата по-долу:



Фиг.3. Значително износване на направляващата втулка на изпускателния клапан

- Проходимостта на изпускателната система по стойността на налягането в момента на изпускане на газовете.

В участъка на осцилограмата между 180° и 360° . През този период налягането в цилиндъра се изравнява с това в изпускателния колектор. Казано с други думи, налягането в цилиндъра се колебае малко над атмосферното. Това налягане се приема, че е напълно нормално ако е в границите на 0.1-0.15 бара (относително). Ако то е значително по-голямо, до 1-1.5 бара, това показва, че нещо пречи (има запушване) на изхвърлянето на изгорелите газове.

- Наличието и количественото значение на вакуума във входния всмукателен колектор. Усреднената стойност на вакуума във входния колектор при изправен двигател трябва да бъде около 0.6 бара.

- Наличието на хлабина в ангренажният ремък по разликата в ъглите на застъпване на клапаните от един кадър на осцилограмата към следващия кадър.

Когато се разглежда осцилограмата при работещ двигател на празен ход, ако се укаже, че положението (360°) на застъпване на всмукателния и изпускателния клапани се мени от кадър към кадър, това е указател за наличието на хлабина в ангренажният ремък.

2. Характерни точки и участъци в осцилограмата на налягането в цилиндъра

За по-голямо удобство, характерните точки и участъци на показаните снети осцилограми на налягането в цилиндъра са отбелязани с цифри.

За да се извърши диагностика на механичното състояние на двигателя посредством графиката на налягането в цилиндъра, е необходимо:

- да се завие датчика за налягане вместо запалителната свещ на цилиндъра, където желаем да се направи диагностика. За тази цел най-вероятно ще се наложи да се използва удължител;

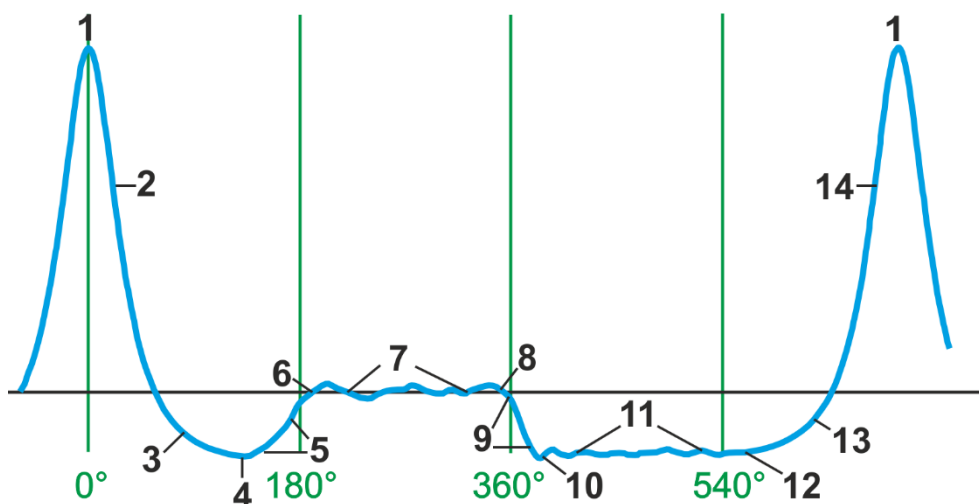
- към високоволтовия кабел на този цилиндър трябва да се включи искров разрядник с цел да не се повреди някой елемент от системата на запалването;

- да се подаде захранващо напрежение към датчика, включвайки червения и черния кабел към клемите на акумулатора;

- да се съедини сигналният кабел на датчика към входа на осцилоскопа;

- двигателя трябва да бъде предварително подгрят до работна температура и да работи на празен ход без натоварване;

- времето за измерване не трябва да превишава $2\div 3$ минути с цел температурата на датчика да остане по-ниска от 70 градуса.



Фиг.4. Графика на налягането в цилиндъра

Точка 1 (или ГМТ 0°)

В точка **1** налягането в цилиндъра достига своя максимум. В този момент буталото се намира на най-малко разстояние от главата на блока. Това положение на буталото се нарича Горна Мъртва Точка (ГМТ). В момента на ГМТ, всмукателните и изпускателните клапани са затворени. Големината на налягането в цилиндъра в точка **1** може значително изменя и зависи от степента на компресия, състоянието на уплътненията на цилиндъра, честотата на въртене на колянвия вал на двигателя и количеството на компресираната в цилиндъра смес. Колкото повече горивна смес има в цилиндъра, толкова по-голяма стойност ще достигне налягането в цилиндъра в точка **1**.

Точка 2 (30°)

След ГМТ 0°, буталото променя посоката си на движение, започва да се отдалечава от главата на цилиндърия блок. Вследствие на това, обема между буталото и главата на цилиндърия блок започва да се увеличава, а налягането в цилиндъра да намалява. Когато колянвия вал се завърти на 30° след ГМТ 0°, налягането в цилиндъра числено ще бъде наполовина от максималното в точка **1** и минималното в цилиндъра (точка **4**). Това положение е отбелязано на графиката с цифрата **2**.

Точка 3 (90°)

Като подмине точка **3**, буталото продължава да се отдалечава от главата на цилиндърия блок с нарастваща скорост до момента, в който колянвия вал не се завърти на 90° след ГМТ 0°. При това буталото е изминало половината от хода си и тук скоростта му е максимална. След тази точка, 90° след ГМТ 0°, скоростта на движение на буталото започва да намалява. Тази точка е отбелязана на графиката с цифрата **3**. В точка **3** налягането в цилиндъра ще бъде близко до атмосферното с отклонение $\pm 0,5$ Bar. Понеже движението на буталото продължава, обема между буталото и главата на цилиндърия блок продължава да се увеличава и в цилиндъра след точка **3** възниква разреждане.

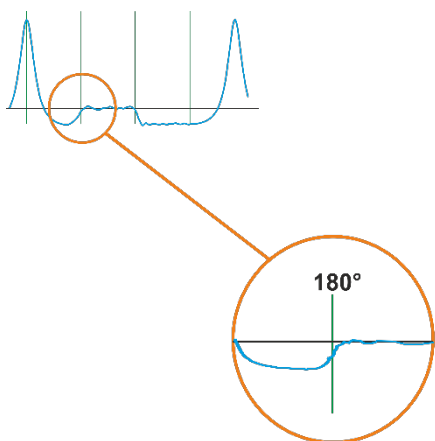
Точка 4

Преди буталото да е достигнало долна мъртва точка (ДМТ), изпускателния клапан започва да се отваря. Моментата на началото на отваряне на изпускателния клапан е отбелязан на графиката с цифра **4**. Буталото все още продължава да се отдалечава от главата на цилиндърия блок и обема между буталото и главата на цилиндърия блок продължава да се увеличава. Но, започвайки от точка **4**, абсолютното налягане в цилиндъра се повишава. Това се случва поради

навлизането в цилиндъра на отработени газове от изпускателният колектор през отварящия се изпускателен клапан.

Участък 5 (ДМТ 180°)

Навлизането на газове от изпускателният колектор в цилиндъра се случва поради това, че абсолютното налягане в изпускателният колектор е близко до атмосферното, което се оказва по-голямо от абсолютното налягане в цилиндъра. На графиката на налягането в цилиндъра, участъка, където се случва навлизането на отработени газове от изпускателният колектор в цилиндъра е отбелязан с цифра 5. Центъра на участък 5 трябва да е в долна мъртва точка (ДМТ 180°).



Фиг.5. Участък 5

Ако центъра на участъка 5 се намира в границите на 170°...195° след ГМТ 0° (-10°...+15° от ДМТ 180°), то момента на началото на отварянето на изпускателния клапан се приема, че е зададен правилно.

Точка 6

Налягането в цилиндъра се повишава до момента, в който не се изравни с налягането в изпускателния колектор. Точката на графиката, където налягането в цилиндъра се изравнява с налягането в изпускателния колектор, е отбелязана с цифра 6.

Участък 7

След като буталото е достигнало ДМТ 180°, то започва да се движи в посока към главата на цилиндровия блок, което води до намаляване на обема между буталото и главата. Това постепенно намаляване на обема принуждава намиращите се в цилиндъра газове да изтекат в изпускателния колектор през отворения изпускателен клапан. Скоростта на буталото продължава да расте до момента, в който колянният вал не се завърти на 270° (90° след ДМТ 180°). След подминаване на 270°, скоростта на буталото намалява. Участъка, през който намиращите се в цилиндъра газове изтичат в изпускателния колектор е обозначен с цифра 7. По време на този участък налягането в цилиндъра трябва да бъде почти равно на атмосферното. Повишаването на налягането в цилиндъра с повече от 0.5 бара относително над атмосферното в средата на участъка 7, е индикатор за затруднено изтичане на газовете от цилиндъра. Това може да се дължи на недостатъчно отваряне на изпускателния клапан или на запушен ауспух.

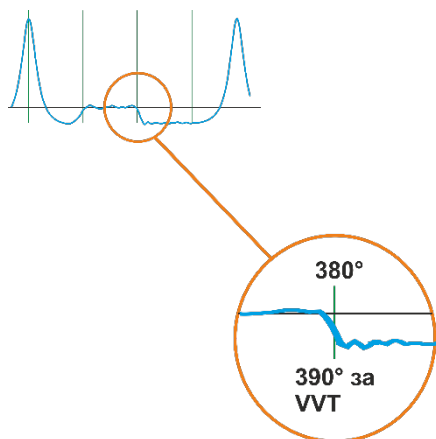
Точка 8 (330° ÷ 360°)

Приблизително между 30° преди ГМТ (360°) всмукателният клапан започва да се отваря. Моментът на началото на отварянето на клапана е обозначен на графиката с цифра 8. При отваряне на всмукателния клапан цилиндъра се съединява с входния колектор, където абсолютното налягане е значително по-малко от налягането в цилиндъра. Но налягането в

цилиндъра продължава да се изравнява с налягането в изпускателния колектор през все още отворения изпускателен клапан. Заради това точното локализиране на точката **8** на графиката на налягането в цилиндъра, не е възможно.

Участък 9

Когато буталото достигне ГМТ 360° , изпускателният клапан е затворен. При това всмукателният клапан продължава да се отваря. В следствие на това налягането в цилиндъра започва да се изравнява с налягането във входния колектор. Понеже абсолютното налягане в цилиндъра е близко до атмосферното, газовете от цилиндъра започват да изтичат във входния колектор, където налягането е значително по-малко от атмосферното. Този участък на графиката е обозначен с **9**. Центъра на участък **9** трябва да се намира на 380° след ГМТ 0° (20° след ГМТ 360°).



Фиг.6. Участък 9

Ако центъра на участък **9** се намира в границите 370° до 390° след ГМТ 0° , момента на отваряне на входния всмукателен клапан се счита че е настроен правилно. За VVTi двигателите центъра на участъка **9** трябва да се намира в границите 380° до 400° след ГМТ 0° .

Точка 10

В точката **10** налягането в цилиндъра се изравнява с налягането във входния колектор, понеже входния всмукателен клапан се е отворил значително.

Участък 11 до втората ДМТ (540°)

Въпреки, че буталото се движи надолу и разстоянието между него главата на цилиндровия блок се увеличава, понижаване на налягането в цилиндъра не се наблюдава понеже в цилиндъра се втича въздух от входния въздушен колектор през отворения входен клапан.

Участък от втората ДМТ (540°) до точка 12

След ДМТ 540° , буталото започва отново да се приближава към главата на цилиндровия блок. Казано с други думи започва етап на компресия, но при това входния клапан остава още известно време отворен. Това служи, за да подобряване на пълненето на цилиндъра с гориво въздушна смес.

Точка 12 (580°)

Това е края на затварянето на входния всмукателен клапан. От този момент абсолютното налягане в цилиндъра започва да нараства сравнително интензивно. Ако момента на пълното затваряне на всмукателния колектор се намира в границите 560° до 600° след ГМТ 0° , то момента за края на затварянето на всмукателен клапан се приема, че е зададен правилно.

Точка 13 (630°)

В тази точка налягането в цилиндъра ще бъде близко до атмосферното ± 0.5 бара. Но поради движението на буталото при затворени входни и изходни клапани, компресията продължава да се увеличава.

Точка 14 (690°)

Тази точка се намира на 30° преди GMT 720° , където налягането в цилиндъра ще бъде приблизително половината от минималното в цилиндъра (точка **12**) и максималното налягане в цилиндъра (точка **1**). След като буталото подмине това положение, компресията продължава да се увеличава, докато то не достигне GMT 720° .

